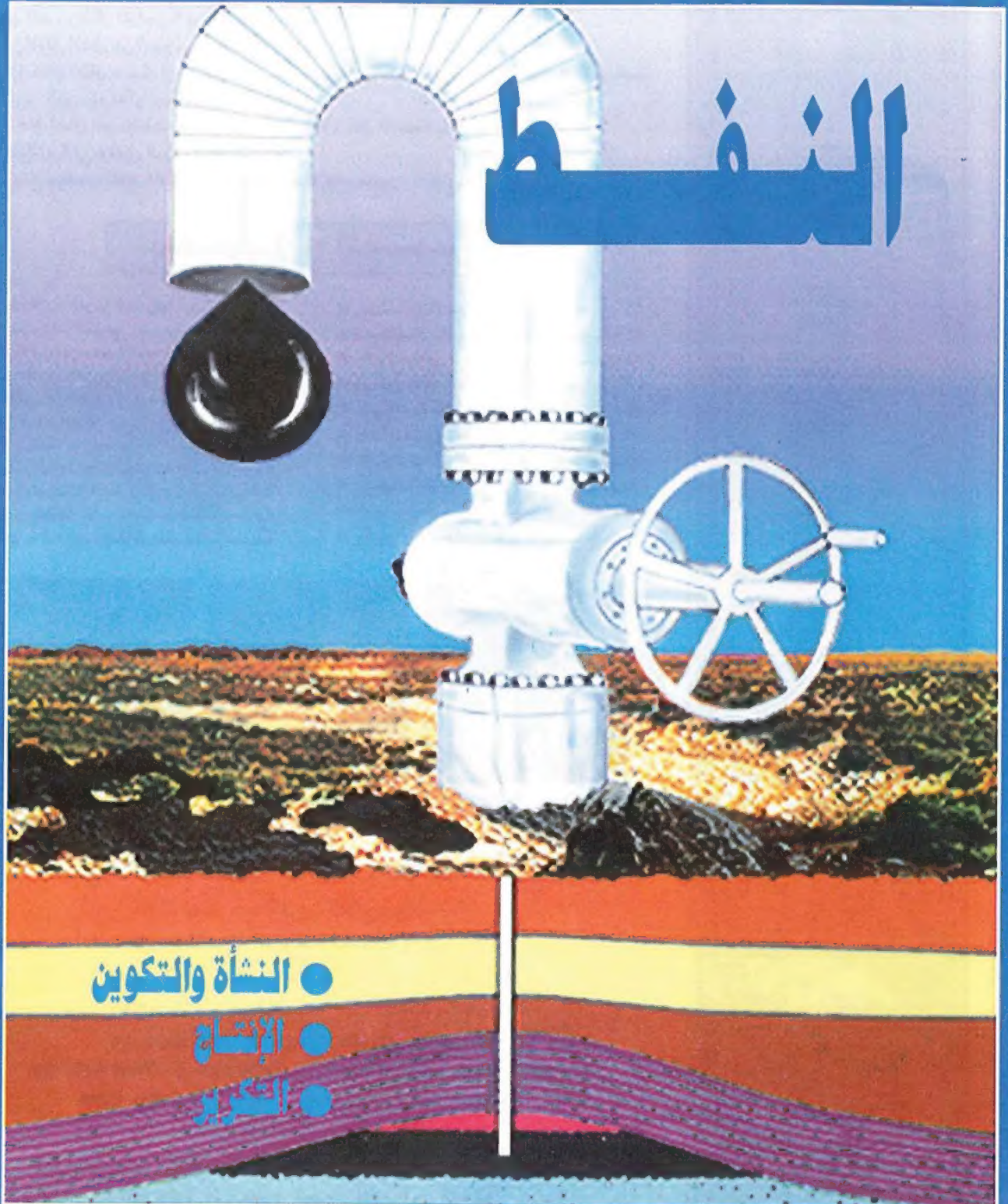




# العلوم والتقنية

● مجلة علمية تصدرها مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية ● السنة السابعة ● العدد السابع والعشرون ● رجب ١٤١٤ هـ / ديسمبر ١٩٩٣ م



ISSN 1017 3056



بسم الله الرحمن الرحيم

## العلوم والتقنية



المشرف العام:

د. صالح عبد الرحمن العذل

نائب المشرف العام:

د. عبد الله القدهي

رئيس التحرير:

د. عبد الله أحمد الرشيد

هيئة التحرير:

د. عبد الرحمن العبد العالي

د. خالد السليمان

د. إبراهيم المعتاز

د. عبد الله الخليل

د. محمد فاروق أحمد

أ. محمد الطاسان

## منهاج النشر

أعضاء القراء :

يسرنا أن نؤكد على أن المجلة تفتح أبوابها لمساهماتكم العلمية واستقبال مقالاتكم على أن تراعى الشروط التالية في أي مقال يرسل إلى المجلة :-

١- يكون المقال بلغة علمية سهلة بشرط أن لا يفقد صفته العلمية بحيث يشتمل على مفاهيم علمية وتطبيقاتها .

٢- أن يكون ذا عنوان واضح ومشوق ويعطي مدلولاً على محتوى المقال .

٣- في حالة الاقتباس من أي مرجع سواء كان اقتباساً كلياً أو جزئياً أو أخذ فكرة يجب الإشارة إلى ذلك ، وتذكر المراجع لأي اقتباس في نهاية المقال .

٤- أن لا يقل المقال عن أربع صفحات ولا يزيد عن سبع صفحات طباعة .

٥- إذا كان المقال سبق أن نشر في مجلة أخرى أو أرسل إليها يجب ذكر ذلك مع ذكر اسم المجلة التي نشرته أو أرسل إليها .

٦- إرفاق أصل الرسوم والصور والنماذج والأشكال المتعلقة بالمقال .

٧- المقالات التي لاتقبل النشر لاتعاد لكتابها .

يمنح صاحب المقال المنشور مكافأة مالية تتراوح ما بين ٣٠٠ إلى ٥٠٠ ريال .

## محتويات العدد

- |    |                      |    |                                 |
|----|----------------------|----|---------------------------------|
| ٤٩ | مساحة للتفكير        | ٢  | شركة الزيت العربية السعودية     |
| ٥٠ | مصطلحات علمية        | ٤  | النفط والغاز الطبيعي            |
| ٥١ | عالم في سطور         | ١٠ | نشأة وتكوين وهجرة النفط         |
| ٥٢ | من أجل فلذات أكبادنا | ١٤ | مصادر ومكامن ومحابس النفط       |
| ٥٣ | كتب صدرت حديثاً      | ١٩ | التنقيب عن النفط                |
| ٥٤ | عرض كتاب             | ٢٥ | قصة نفط المملكة                 |
| ٥٦ | كيف تعمل الأشياء     | ٣١ | إنتاج النفط                     |
| ٥٨ | بحوث علمية           | ٣٥ | التأثيرات الصحية والبيئية للنفط |
| ٥٩ | شريط المعلومات       | ٤٠ | المياه المصاحبة للنفط           |
| ٦٠ | مع القراء            | ٤٤ | تكرير النفط                     |
|    |                      | ٤٨ | الجديد في العلوم والتقنية       |



إنتاج النفط



نفط المملكة



النفط والغاز

المراسلات

مدينة الملك عبدالعزيز للعلوم والتقنية

الإدارة العامة للتوعية العلمية والنشر

ص.ب ٦٠٨٦ - الرمز البريدي ١١٤٤٢ - الرياض

ترسل المقالات باسم رئيس التحرير : ٤٨٨٣٤٤٤ - ٤٨٨٣٥٥٥

Journal of Science & Technology

King Abdulaziz City For Science & Technology

Gen. Direct. of Sc. Awa. & Publ. - P.O.Box 6086

Riyadh 11442 Saudi Arabia

يمكن الاقتباس من المجلة بشرط ذكر اسمها مصدراً للمادة المقتبسة  
الموضوعات المنشورة تعبر عن رأي كاتبها





## كلمة التحرير

### قراءنا الأعزاء

تواصل مجلة « العلوم والتقنية » مسيرتها بفضل من الله في سبيل إثراء المكتبة العربية وإيصال المعلومة إلى قرائها الأعزاء آمليين أن تحظى برضاكم وقبولكم مستمدين العون من الله سبحانه وتعالى ثم مستنيرين بأرائكم وإقتراحاتكم فلا تبخلون بها علينا لكي نصل وإياكم في هذه المجلة إلى المكانة المرموقة التي ترضي طموحاتنا جميعاً .

### قراءنا الأعزاء

يصدر هذا العدد حاملاً بين طياته موضوعاً ذا أهمية إقتصادية ومصدراً أساساً للصناعات الحديثة ، وهبه الله للبشر فإستفادت منه في الصناعة والطاقة ويعد من أهم الثروات الطبيعية على وجه المعمورة وهب الله بلادنا الغالية منه الكثير ، وأصبح المصدر الأساس لدخلها وتطورها ، لعلمكم تعرفتم عليه بعد هذه المقدمة القصيرة ، إنه النفط أو الذهب الأسود .

### قراءنا الأعزاء

يشتمل العدد على العديد من المقالات منها النفط وتاريخه وتعريفه ومكامن ومصادر النفط ونشأة وتكوين وهجرة النفط ، ثم تتوالى المقالات تباعاً متناولة التنقيب عن النفط وإنتاجه ، وقصة نفط المملكة ، والمياه المصاحبة للنفط وطرق التخلص منها ، وتكرير النفط ، والآثار البيئية والصحية للنفط مقارنة بمصادر الطاقة الأخرى ، هذا بالإضافة إلى الأبواب الثابتة التي درجت المجلة على تناولها في كل عدد ، نأمل أن نكون قد وُفّقنا في إشباع رغباتكم وحُزنا على رضاكم ، وهذا غاية ما نطمح إليه .

والله من وراء القصد ، ، ،

### سكرتارية التحرير :

د. يوسف حسن يوسف

د. ناصر عبد الله الرشيد

أ. محمد ناصر الناصر

أ. عطية مزهر الزهراني

### الهيئة الإستشارية :

د. أحمد المتعب

د. منصور ناظر

د. عبد العزيز عاشور

د. خالد المديني

### التصميم والإخراج :

عبد العزيز إبراهيم

طارق يوسف

عبد السلام ريان

\*\*\*







# شركة الزيت العربية السعودية ( أرامكو السعودية )

المنطقة الإدارية الواحدة مجموعة من الإدارات التي تكون أعمالها وثيقة الصلة بعضها ببعض .  
وفيما يلي شرحا موجزا لطبيعة عمل كل قطاع من القطاعات الرئيسة الستة وذلك على النحو التالي :-

## التقيب والإنتاج

تركز أعمال هذا القطاع في استكشاف كميات جديدة من الزيت الخام والغاز وحفر الآبار وصيانة القديم والحديث منها ،

تعد شركة أرامكو السعودية - مقرها الرئيس الظهران - الشركة الرئيسة التي تُعنى بتنمية موارد الزيت والغاز في المملكة العربية السعودية ، وهي أكبر شركة منتجة ومصدرة للزيت الخام وسوائل الغاز الطبيعي في العالم . ذلك لأن احتياطي المملكة العربية السعودية من الزيت الخام في مناطق أعمال الشركة بالإضافة الى حصتها من الاحتياطي في المنطقة المحايدة يفوق احتياطي أي بلد في العالم ( ٢٥ ٪ من الاحتياطي العالمي ) .

تضم أرامكو السعودية ستة قطاعات عمل رئيسة ويرأس كل منها نائب أعلى للرئيس ، وينقسم كل واحد من القطاعات إلى عدد من الدوائر الإدارية التي يرأس كلاً منها نائب للرئيس أو مدير تنفيذي . وتؤلف

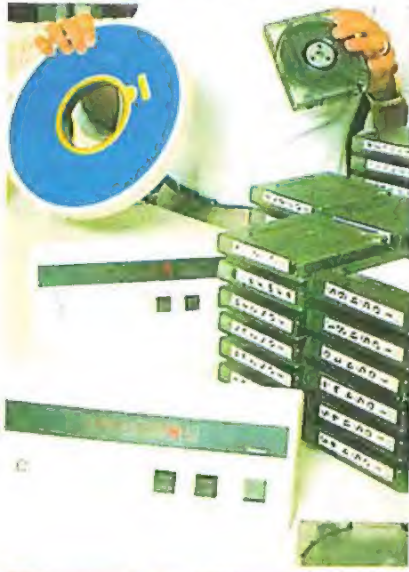


- ✱ الخدمات الطبية .
- ✱ العلاقات بالموظفين والتدريب .
- ✱ خدمات الأحياء السكنية .

### الشؤون الإدارية والعامة

يهتم هذا القطاع بالشؤون المالية والعلاقات بالحكومة ، والشؤون العامة ، بالإضافة إلى الأمور القانونية والإدارة التنفيذية . كما يتولى هذا القطاع المحافظة على شؤون السلامة ومنع الخسائر وكافة النشاطات المتعلقة بمطبوعات الشركة وإدارة معرض أرامكو للزوار والتصوير الصناعي وإخراج برامج الفيديو الرامية إلى تدريب موظفي الشركة .

- جزء من خدمات الحاسب الآلي في تخزين المعلومات .



● خدمات النقل والتصنيع .

ويلعب دوراً هاماً في دعم مشروع التوسع في إنتاج الزيت الخام .

### خدمات الأعمال

يعمل هذا القطاع على توفير الخدمات الصناعية لجميع قطاعات الشركة التي تشمل أعمال النقل الجوي والبحري وكذلك صيانة وإصلاح الطرق والمعدات . ويضم هذا القطاع الدوائر الإدارية التالية :-

- ✱ دائرة الخدمات الصناعية .
- ✱ دائرة التمويل .
- ✱ دائرة خدمات الحاسب الآلي والاتصالات .

### العلاقات الصناعية

يقوم هذا القطاع بتوفير الخدمات الطبية والإشراف على برامج التدريب وتطوير الكفاءات الوظيفية بالإضافة إلى تنظيم شؤون الموظفين والعلاقات بهم . كما أنه يقوم بخدمات الأحياء السكنية وإنشاء بعض المدارس الحكومية . ويضم هذا القطاع ثلاث دوائر إدارية هي :-

بالإضافة إلى تسيير أمور الإنتاج والتحكم في عملياته عن طريق الحاسبات الآلية المتقدمة . وتشمل هذه الأعمال الإشراف على معامل فرز الغاز من الزيت وصيانتها والمحافظة على سلامتها . كما يضم هذا القطاع الأعمال الهندسية الضرورية لأعمال التنقيب والإنتاج . ويشمل هذا القطاع الإدارات التالية :-

- ✱ إدارة منطقة الإنتاج الشمالية .
- ✱ إدارة منطقة الإنتاج الجنوبية .
- ✱ إدارة التنقيب .
- ✱ إدارة هندسة البترول والتطوير .

### التصنيع والتوريد والنقل

يتولى هذا القطاع مهام تشغيل المعدات المشاركة في أعمال تصنيع الغاز وسوائل الغاز الطبيعي وصيانتها ، وكذلك الزيت الخام وأعمال التكرير ، وصيانة خطوط أنابيب نقل الزيت والغاز بالإضافة إلى أعمال الفرض البحرية ، وتحميل الزيت والغاز على الناقلات المتجهة إلى الأسواق العالمية ، وخدمات توزيع الطاقة الكهربائية . ويضم هذا القطاع الدوائر الإدارية التالية :-

- ✱ دائرة التصنيع الشمالية .
- ✱ دائرة التصنيع الجنوبية .
- ✱ دائرة التوريد والنقل .
- ✱ دائرة توزيع الطاقة .

### الخدمات الهندسية وإدارة المشاريع

يتكون هذا القطاع من منطقتي الخدمات الهندسية وإدارة المشاريع ،



# النفط والفاظ الطبيعي

حيثما نأظر الأرض كما جيا قديمنا لهما لا خسر إلا من القوياء وطالب منا أن نصلب السرق في خباياها وما ظهر النفط (١) إلا كذلك ، ومن نعمه جل وعلا أن يسر للبشر ولفترة من الزمن جزءا يسيرا من النفط يتدقق تحت أقدامهم ، فإستخدموه وإنتفعوا بما يكفيهم ويلبي حاجتهم وقتذاك وحفظ الجزء الأعظم منه حبيسا في مكانه في جوف الأرض ، حتى إذا ما دعته الحاجة إليه وقر الله لهم من أسباب العلم والتقنية ما مكنهم به من إختراق الطبقات بحثا عنه ، فإستخرجوه من مكانه.

## الإنسان والنفط

قصة الإنسان والنفط قديمة فقد كان على دراية ومعرفة بالنفط في صورة من صورته واستعمال من استعمالاته. وجد النفط طريقه إلى سطح الأرض على هيئة رشوحات لفتت إنتباه الإنسان رائحة المميّزة ولونه وطعمه، وإن كان من الصعب تحديد بداية إكتشاف الإنسان للنفط وإستثماره، إلا أن ما وجد من الآثار يشير إلى أن سكان الشرق الأوسط هم أول من عرف النفط، وألفوا نيرانه المشتعلة، وإستخدموا السائل منه والقار لأغراض متعددة منذ آلاف السنين.

تعددت إستخدامات النفط قديما في الطب والبيطرة والوقاية من الحشرات والزواحف وتطهير البيوت والشوارع ومصدر للطاقة في التدفئة والإضاءة وتزييت العجلات وعزل وطلاء القوارب

والآنية وقنوات الري وفي صناعة الآلة الحربية لعمل السهام الملتهبة والقنابل الحارقة.

كان لعلماء المسلمين السبق في دراسة النفط وتقديره كيميائياً والحصول على مشتقاته الخفيفة وبرع من بينهم محمد بن زكريا الرازي ، ووضع إخوان الصفا نظرية بأصل النفط والأسفلت إعتقاداً على تجاربهم الكيميائية .

## النفط في اللغة

كما أستعمل العرب النفط دواء لبعض أمراضهم وعلاجاً لجرب إبلهم وطلاءاً لسفنهم وآتيتهم ووقوداً لسرجهم ونيرانهم، دخل أيضاً في لغتهم وأدبهم. فقد جاء في «لسان العرب» لابن منظور أن «النفط دهن» ، وقال ابن سيده « النفط الذي تطلّى به الإبل للجرب والدبر والقردان » ، وقال

أبو حنيفة «النفط حلاية جبل في قعر بئر توقد به النار، والنفط بكسر النون أفصح» .

اختلف اللغويون في أصل كلمة نفط، فذهب بعضهم إلى أنها نبطية أو يونانية أو أكديّة الأصل. ولكن الدكتور/ يحيى جبر يرى أنها عربية الأرومة ويقول « تصاقب كلمة نفط كلمتي « نبت » و« نبط » وهي جميعاً إلى دلالة تنصرف إلى معنى الخروج ، فالنبت ما يتحلب في البئر أول ما تحفر. ومنه سمي الأنباط لعملهم في الزراعة وإستخراج الماء، والنبت يخرج من الأرض والنفط يفعل مثل ذلك » . أما إنستاس ماري الكرمل فيقول أن كلمة «نفط» عربية سامية قديمة جداً أخذها اليونان عن العرب وقالوا « نفثا » .

وبجانب كلمة « نفط » هناك كلمات مرادفة مثل « زيت » و« بترول » . والكلمة الأخيرة مُعرّبة عن اللفظة الإنجليزية « petroleum » التي تتكون من كلمتين لاتينيتين هما « بترو petro » أو «بترا petra» ، وتعني الصخر و« أوليوم oleum » وتعني الزيت وبذلك تكون ترجمة كلمة « بتروليوم » هي زيت الصخر ، ومنه أستحدثت كلمة زيت.

هذا وأطلقت العرب على الموضع الذي يستخرج منه النفط «النفّاطة» و «النفّاطة» وهذا التعبير أفصح من استعمالنا اليوم لكلمة حقّ والتي هي ترجمة حرفية للكلمة الأجنبية (Field) (٢).

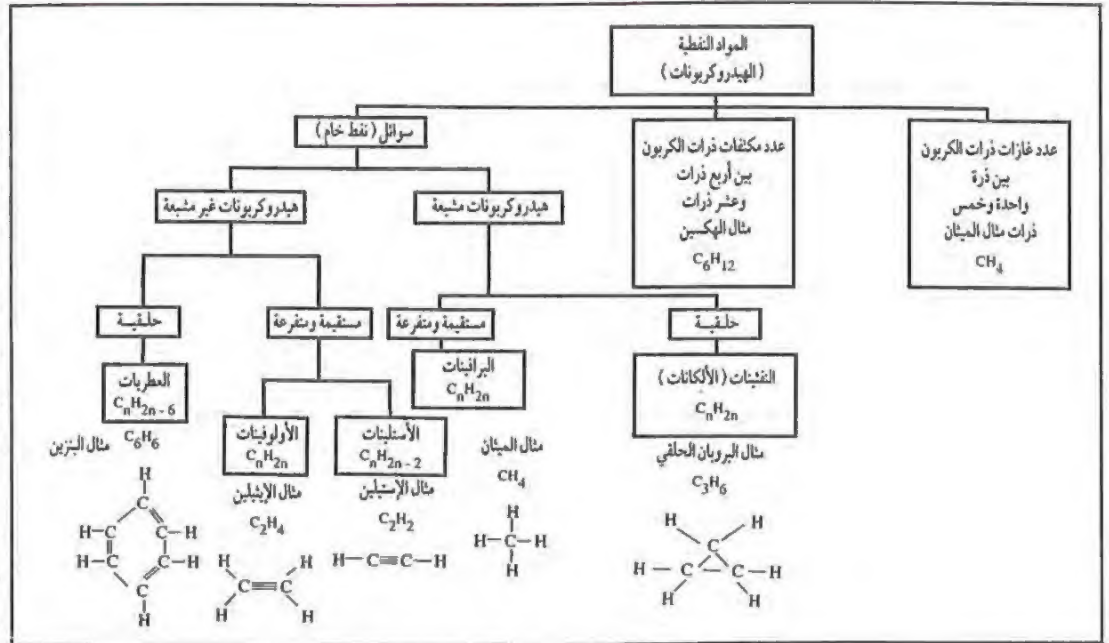
تعددت مرادفات النفط وإستُخدمت بعض ألفاظ مشتقاته ليُقصد بها النفط الخام ، إلا أن أشمل وأدق لفظة تُطلّق على جميع أنواع النفط ومشتقاته هي لفظة الهيدروكربونات ، وهي مصطلح علمي كيميائي يقصد به مختلف المركبات النفطية في جميع حالاتها غازية كانت أم سائلة أم صلبة .

## تصنيف النفط

يتكون النفط بشكل عام من مئات الآلاف من المركبات المختلفة التي يتكون



معقدة التركيب كيميائياً. والنفط الخام سائل دهني له رائحته المميزة، وقد يختلف لونه وكثافته ومكوناته الثانوية من حقل لآخر، بل ومن طبقة لأخرى حسب نوعية المواد المولدة له والظروف الجيولوجية والكيميائية التي تعرضت لها ومراحل نضجها.



شكل (١) التقسيم الكيميائي للمواد النفطية.

كما ويصنف

النفط والغاز إلى نوعين تبعاً لما يحتويه من كبريت إما مذاباً على هيئة غاز كبريتيد الهيدروجين ( $H_2S$ ) أو ضمن مركبات عضوية. فإذا كان النفط لا يحتوي على الكبريت أو على نسبة قليلة منه لا تتجاوز ١٪ سمي نفطاً حلوياً، أما إذا احتوى على نسبة أعلى فهو نفط حامض أو (لاذع).

ويصنف النفط أيضاً حسب خصائصه الطبيعية مثل اللون والكثافة، فهناك النفط الأسود والزيطي المخضر والبني المصفر وغيرهما وكذلك حسب كثافته النوعية.

(د) الغاز الطبيعي: هيدروكربونات خفيفة ومنها الميثان والإيثان والبروبان صُنفت الغازات كالنفط تبعاً لإحتوائها على الكبريت أو عدمه فهي إما غازات حلوة أو غازات حامضة أو لاذعة.

وتُصنّف الغازات طبقاً لإحتوائها على هيدروكربونات سائلة وعندئذ فهي إما غازات جافة لا تحتوي على أية سوائل، وإما غازات رطبة تحتوي على القليل من السوائل، ومصطلح رطبة أو جافة لا علاقة له على الإطلاق بالماء وإنما يرتبط بوجود أو عدم وجود سوائل هيدروكربونية أخرى مع الغاز.

مثل الإستيلين.

**٣ - النافثينات:** هيدروكربونات حلقة ( $C_nH_{2n}$ ) ذرات الكربون فيها مشبعة بذرات الهيدروجين ومنها البروبان الحلقي.

**٤ - العطريات:** هيدروكربونات غير مشبعة نشطة كيميائياً تحتوي على حلقة البنزين ( $C_6H_{2n-6}$ ) ومنها البنزين.

كما وتصنف الهيدروكربونات الرئيسية حسب تواجدها إلى خمسة أنواع هي:-

(أ) الكيروجين: مواد عضوية دقيقة الحبيبات غير متبلورة توجد مختلطة مع صخور فتاتية ناعمة، وعند وجودها بكميات تزيد عن ٥٪ وزناً فإن هذه الصخور تعرف بالصخور المولدة للنفط.

(ب) الأسفلت: عبارة عن هيدروكربونات بلاستيكية لزجة في المكنن وصلبة عند وصولها إلى سطح الأرض، وتكونت إما بسبب نضج غير كامل للكيروجين أو بسبب حرارة عالية أدت إلى حرق الكيروجين (أو النفط) وتفحمه، أو بزوال الأجزاء الخفيفة الغازية والسائلة من النفط الخام.

(ج) النفط الخام: عبارة عن هيدروكربونات

٧٥٪ من تركيبها الكيميائي أساساً من إتحاد ذرات هيدروجين وذرات كربون بنسب مختلفة تتراوح بين ٨٢ إلى ٨٧٪ من الكربون و ١١ إلى ١٥٪ من الهيدروجين، وبالإضافة إليهما يدخل الكبريت والأكسجين والنيتروجين بنسبة لا تتجاوز ٥٪ ونسبة ضئيلة من المواد غير العضوية.

وعموماً تصنف الهيدروكربونات بجميع أنواعها تبعاً لتركيبها الكيميائي إلى أربع مجموعات أساس، شكل (١)، هي:-

**١ - البارافينات أو الألكينات:** هيدروكربونات مشبعة ومستقرة كيميائياً وعلى هيئة سلاسل مستقيمة أو متفرعة وترتبط ذرات الكربون ببعضها برابطة واحدة ( $C_nH_{2n+2}$ ) وتشمل جميع أنواع النفط وخاصة الخفيفة منها وأبسط أنواعها الميثان.

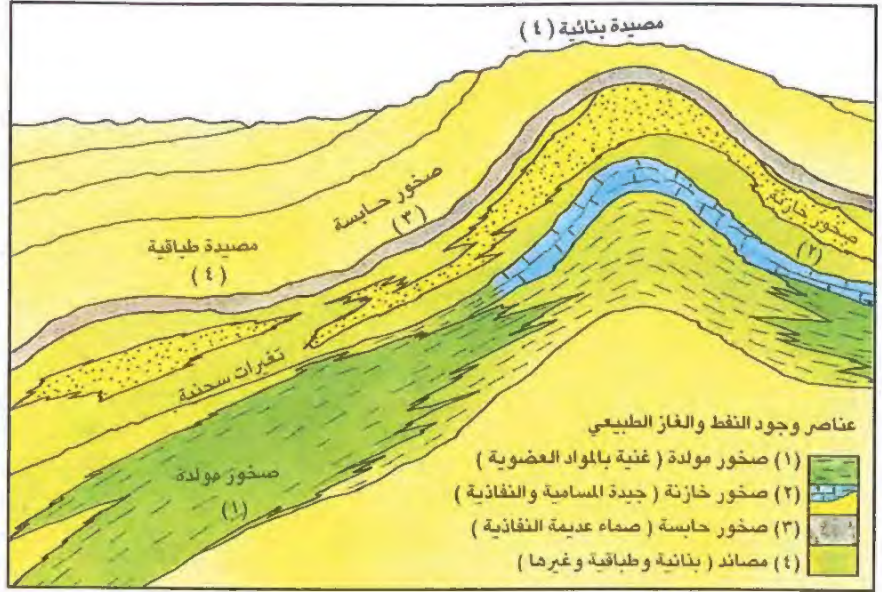
**٢ - الأولوفينات والأستيلينات:** هيدروكربونات غير مشبعة على هيئة سلاسل مستقيمة أو متفرعة ترتبط فيها ذرات الكربون مع بعضها برابطتين كما في الأولوفينات ( $C_nH_{2n}$ ) مثل الإثيلين، وفي الأستيلينات ( $C_nH_{2n-2}$ )، ترتبط ذرات الكربون ببعضها بثلاث روابط



وهيأكل تلك الأحياء غنية بالكربون والهيدروجين فانه وبتعرضها — وبمعزل عن الهواء مع الصخور الرسوبية التي تعرف بصخور المصدر — لمختلف العوامل الجيولوجية والكيميائية من ضغط وحرارة شديدين، وما ينتج عن ذلك من تفاعلات كيميائية معقدة من إختزال ونشاط بكتيري وغيرها، أدت إلى تحوّل تلك المواد إلى نفط.

تنتج الطبقة المولدة للنفط كميات من النفط إلا أن ما يطرد إلى الطبقات المجاورة كمية قليلة نسبياً، أما النسبة العظمى فتبقى في الصخور المولدة ولا يمكن إنتاجها. وخلال عمليات الهجرة المتكررة فإن جزء كبير من النفط يضيع في الطريق بين حبيبات الصخور وفي الفجوات والمغارات والشقوق وأحياناً الهرب إلى سطح الأرض ولا يصل إلى المكامن ويصاد فيها إلا جزء يسير جداً من النفط المنتج أصلاً من الطبقة المولدة وحتى هذا الجزء اليسير لا يمكن إنتاجه إلا لنسبة قليلة منه، شكل (٢).

وتجدر الإشارة إلى أن بيئات ترسيب المواد العضوية والظروف الجيولوجية التي ساعدت على تكوين النفط تتحكم في خصائصه الكيميائية من حيث مكوناته، وخصائصه الطبيعية مثل كثافته ولونه.



● شكل (٢) العناصر الرئيسية لتكون النفط وهجرته وخزونه وحجبه.

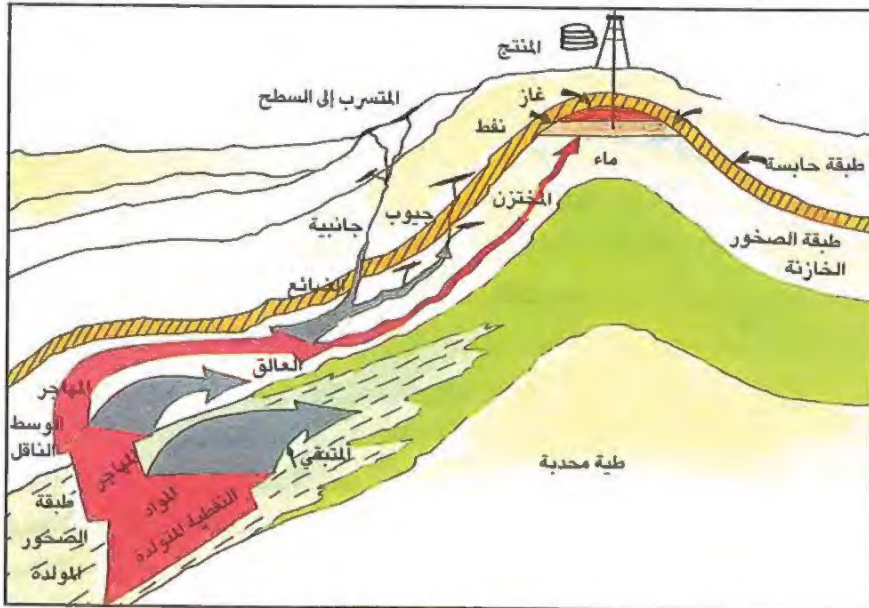
وتعد النظرية العضوية الأكثر قبولاً لدى معظم علماء الأرض في الوقت الحاضر، وتتخلص النظرية في إرجاع أصل النفط إلى منشأ عضوي نتيجة تحلل كميات هائلة من مختلف أنواع الأحياء البحرية الدقيقة والتي تعرف بالعوالق سواء النباتية الدقيقة منها (phytoplankton) أم الحيوانية الدقيقة (zooplankton)، والتي بموتها تكدست مع بقايا كائنات أخرى على القيعان وإختلطت بالرسوبيات الدقيقة. ولما كانت أنسجة

كما وتصنف الغازات حسب تواجدها في المكامن، فهي إما غازات حرة وهي التي تتجمع في المكامن بمفردها حرة طليقة، أو غازات مصاحبة، وهي التي تتجمع في مصائد تعلو طبقة النفط، أو غازات ممتزجة وهي التي تكون ممتزجة به بسبب الضغط في المكامن وتتفصل عنه بمجرد انخفاض الضغط سواء في المكامن أو عند الإنتاج.

(هـ) المكثفات: هيدروكربونات خفيفة تمثل مرحلة إنتقالية بين النفط الخام والغاز الطبيعي، وتوجد في ظروف حرارة وضغط المكامن على هيئة غازية ولكن بوصولها إلى السطح وتحت الضغط الجوي تتكثف وتصبح سائلة (غازات سائلة) ومنها البنتان والأوكتان والهكسان.

### منشأ النفط وأصله

كان ولازال مصدر النفط مثاراً للجدل والنقاش بين علماء الأرض، وقد وضعت نظريات مختلفة بغية معرفة أصل النفط وكيفية نشأته. ومن تلك النظريات ما يرجع أصله إلى عوامل كونية ونظريات أخرى ترجعه إلى عوامل عضوية وغير عضوية.



● شكل (٣) العلاقة بين النفط المتولد والمتبقي في صخور المصدر والنفط المهاجر.



## إمكان وجود النفط

ليس هنالك مناطق محددة أو صخور معينة أو أعماق ثابتة أو أعمار جيولوجية خاصة يوجد فيها النفط. فيحفر بحثاً عن النفط في الأحواض الرسوبية على اليابسة وتحت البحار وتحت الجليد في شمال الأرض وجنوبها، ويتجمع النفط في الصخور ذات المسامية والنفاذية التي تسمح بحركته سواء كانت تلك الصخور رسوبية أم نارية.

## متطلبات تكون النفط

إن أول ما يجب معرفته عند البحث عن النفط في منطقة ما هو التأكد أنها تقع ضمن حوض رسوبي أو قريبة منه، ثم التأكد من وجود المتطلبات اللازمة لوجود النفط، شكل (٣)، وهي :-

١ - **الطبقات المولدة للنفط** : صخور رسوبية غالباً ما تكون طينية أو جيرية دقيقة الحبيبات غنية بالمواد العضوية (كروجين) والتي بتعرضها لعمليات كيميائية وفيزيائية معقدة ووقت جيولوجي مناسب تتحول إلى نفط أو غاز.

٢ - **هجرة النفط** : بعد تكوّن النفط في الصخور المولدة ونتيجة للضغط عليها يطرد ما تكوّن من نفط في هجرة أولية إلى صخور ذات مسامية ونفاذية تسمح بحركته، ويزداد كمياته وتحت تأثير ضغط الصخور والحركات الأرضية وبمساعدة دفع الماء الجوي يهاجر النفط بحثاً له عن سبيل إلى سطح الأرض أو أن يجد له عائقاً يمنعه من الحركة ويحبسه في المكامن، وهناك وبسبب الجاذبية والكثافة وازدياد كمياته ينفضل الغاز في أعلى المكن ويسفله الخفيف من النفط فالأثقل تحته وهكذا، وفي الأسفل يكون الماء.

٣ - **طبقات خازنة للنفط** : طبقات ذات مسامية ونفاذية كافيتين للسماح

بحركة النفط وتجمعه فيها وإنتاجه منها، ولا بد من وجود طبقة صماء ومصيدة لحبس النفط في هذه الطبقات.

٤ - **الطبقات الحابسة** : صخور صماء عديمة النفاذية تعلو صخور المكن وتمنع النفط من النفاذ خلالها رأسياً، ومن أغلب هذه الصخور الطفال والمتبخرات كالأملح والأنهيدرايت.

٥ - **المصائد** : صخور لمنع النفط من الهجرة جانبياً حيث أن منع هجرته رأسياً بالطبقات الحابسة ليس كافياً لصيده إذ لابد من منعه من مواصلة هجرته جانبياً أيضاً. وهنا يأتي دور المصائد التي منها الطباقية والبنائية والحركة المائية (الهيدروديناميكية) والمصائد المشتركة بينها.

## التنقيب

التنقيب هو البحث عن مكامن تجمع النفط باستخدام مختلف أنواع المسح جويّاً وأرضياً وجوئياً. وقد كانت رشوحات النفط هدفاً رئيساً لعمليات الاستكشاف الأولية في البحث عن النفط، فمنذ أن حفر الكولونيل دريك بئرته الأولى في عام ١٨٥٩م وحتى ١٩١٠م وجميع عمليات التنقيب عن النفط متركزة حول مناطق رشوحاته. ونتيجة لحفر آلاف الآبار تبلورت نظرية جديدة دعت للبحث عن النفط في المصائد البنائية كالطيات المحدبة والقباب، وأثبتت هذه النظرية نجاحها في عام ١٩١٢م باكتشاف أول حقل للنفط (بدون رشوحات) في كوشينج في ولاية أوكلاهوما الأمريكية وذلك من خلال حفر طية محدبة.

تبدأ المرحلة الأولى من التنقيب بالبحث عن رشوحات سطحية للنفط والقيام بالدراسات الجيولوجية الميدانية والاستعانة بما في المنطقة من آبار ومحاجر ومناجم وغيرها، ودراسة معلومات الاستشعار عن بعد كالصور الجوية وصور

الأقمار الصناعية بأنواعها، وكذلك الدراسات الجيوكيميائية للصخور لمعرفة إحتوائها على المواد العضوية المولدة للنفط، وما تعرضت له من ظروف جيولوجية وفيزيائية، تهدف هذه المرحلة إلى معرفة أنواع الصخور وخصائصها وعلاقاتها البنائية والطباقية، وتحديد وجود متطلبات تكوّن وتجمع وحبس النفط، ثم تبدأ المرحلة الثانية وهي عمليات المسح الجيوفيزيائية والتي تهدف إلى التعرف على التركيبات البنائية تحت السطحية وذلك باستخدام المسح التثاقلي أو الجذبي والمسح المغناطيسي والمسح الزلزالي أو الإهتزازي بنوعيه الإنعكاسي والإنكساري وغيرها. وعلى ضوء نتائج هذه الدراسات تتحدد المناطق التي ستكون هدف عمليات الحفر اللاحقة.

## الحفر

لاستطيع جميع الدراسات الجيولوجية والجيوفيزيائية والجيوكيميائية مهما بلغت من الدقة والشمولية في الوقت الحاضر من تحديد موقع تجمعات النفط والغاز إذ لابد من الحفر فهو الفيصل في العمليات الاستكشافية النفطية، ويتم ذلك بتحديد موقع البئر وتقدير عمق الطبقة أو الطبقات المحتمل وجود النفط فيها، ووضع برنامج للحفر يشتمل على المعلومات الأساس للتعرف على الطبقات تحت السطحية أثناء الحفر، وتقدير أعماقها وسماكتها وأماكن تثبيت أنابيب التغليف أو التبطين والسمننة وأنواع الطين المستخدم في الحفر وأنواع السجلات الجيوفيزيائية المراد تسجيلها، وأعماق تثقيب أنابيب التغليف لإختبار الطبقات المؤمل وجود النفط فيها، وإختبار ما قد تحتوية تلك الطبقات من سوائل وغازات، وبرامج زيادة إنتاجية صخور المكن بتحريضها أو تشقيقتها.

يدرس أثناء الحفر كل ما يخرج من البئر من الصخور الفتاتية المجروشة



مما يساهم في طرد جزء مما تحتويه من نفط .

\* تجمع النفط بفعل الجاذبية أسفل المكمن مما يسهل عملية ضخه من خلال فتحات آبار تحفر في أسفل المكمن .

تتميز هذه المكامن بضعف في تدفق النفط عند بدء الإنتاج كما ويتناقص ضغط المكمن بسرعة حتى يكاد يتلاشى، وتتناقص نسبة الغاز إلى النفط حتى تكاد تنعدم تماماً بعد فترة قصيرة من الإنتاج، وعادة ما يكون مستوى إنتاج هذه المكامن متدنٍ، ولا يتجاوز ٥٪ من إجمالي نفط المكمن .

**٢ - مكامن فيها غاز مذاب :** يختلط الغاز بالنفط نتيجة للضغط الواقع عليه في المكمن وعند بدء الإنتاج يبدأ الغاز في الانفصال عن النفط على هيئة فقاعات تتدفع وتدفع النفط نحو فتحات الآبار. تتميز هذه المكامن بأن نسبة الغاز إلى النفط تكون في البداية قليلة وتتزايد حتى تبلغ أقصى مدى لها ثم تتناقص حتى تنعدم، وتتراوح كمية ما يُنتج من نفط المكمن بالإعتماد على هذه الطاقة من ٥ إلى ٣٠ ٪ .

**٣ - مكامن يعلوها غاز :** أثناء تجمع النفط والغاز في صخور المكمن يجد الغاز طريقه إلى أعلى المكمن متجمعاً فوق النفط. وعند بدء الإنتاج يأخذ الغاز بالتصدد ضاغطاً على النفط مما يزيد من إنتاجه. وإضافة إلى ضغط الغاز قد يحتوي النفط على كميات من الغاز المذاب والذي يتحرر من النفط فيدفع به نحو الآبار. وتتميز هذه المكامن بأن ضغط المكمن يتناقص ببطء وأن نسبة الغاز إلى النفط تزداد في الآبار التي تحفر في أعلى المكمن، وتعتمد كمية ما يُنتج من نفط على ضغط طبقة الغاز، وتقدر هذه الكمية ما بين ٢٠ إلى ٤٠٪ من نفط المكمن .

**٤ - مكامن أسفلها ماء :** يوجد الماء تحت معظم مكامن النفط، وقد يكون الماء

كانت الآبار طباقية أم بناثية أم آبار تحفر للحصول على معلومات جيوفيزيائية كما وقد تحفر آبار للحصول على المياه الجوفية لاستغلالها أثناء عمليات الحفر .

**٢ - الآبار الإستكشافية :** آبار تحفر بهدف محدد هو البحث عن التجمعات النفطية بكميات تجارية، وتسمى البئر التي يعثر على النفط فيها بئر مكتشفة لنفط أو مكتثات أو غاز، أما عندما لا يوجد شيء في البئر فهي بئر جافة ومصيرها عندئذ إما أن تهجر، وهي بذلك بئر مهجورة أو مغلقة أو تحول إلى بئر لإنتاج الماء أو للمراقبة .

**٣ - آبار تطويرية :** آبار تحفر لتطوير الحقل المكتشف ومعرفته المزيد من المعلومات عنه . وعند البدء بالإنتاج فهي بئر إنتاجية، وتصنف إما بئر دافقة وإما بئر منتجة بالضح.

**٤ - آبار حقن :** وهي آبار تحفر لحقن المكامن بهدف تعزيز الضغط فيها وعندئذ تسمى تبعاً لما تحقن به من ماء أو غاز أو بخار أو غير ذلك .

هذا وقد تصادف البئر مشاكل فنية تقنية تحول دون وصول البئر إلى الهدف المراد أو العمق المطلوب الوصول اليه مما يتسبب في توقف الحفر وهجرها فهي في هذه الحالة بئر معلقة .

## مكامن النفط

يمكن تقسيم مكامن النفط إلى التالي :-

**١ - مكامن غير مشبعة :** وهي مكامن غير مشبعة بالغاز ولا تحتوي إلا على القليل منه، ونتيجة لتخفيف الضغط على المكمن عند الإنتاج فإن المكمن يستمد طاقته الذاتية من ثلاثة مصادر هي :-

\* تمدد سوائل المكمن بما فيها النفط والمياه التي تسفله مما يساعد على دفع النفط نحو الآبار .

\* تقلص المسامات لتمدد حبيبات الصخور

أو العينات اللبائية لمعرفة نوعية صخور ومسامية ونفاذية الطبقات، كما وتراقب طفلة الحفر لمعرفة ما قد يصاحبها من آثار للنفط أو الغاز أو تغير مستواها في البئر وضغطه .

هذا ويتم، أثناء وبعد الإنتهاء من حفر البئر، إنزال أجهزة جيوفيزيائية لمعرفة بعض الخصائص الطبيعية للطبقات مثل مقاومتها الكهربائية وكثافتها وسرعة نقلها للصوت ونشاطها الإشعاعي وميل الطبقات وغيرها، ومنها تستنتج معلومات مهمة عن نوعية صخور الطبقات وطبيعة تماس بعضها ببعض وتقدير سماكاتها ومساميتها وما قد تحتويه من سوائل وغير ذلك . وتعرف دراسة هذه السجلات بتقويم الصخور (Formation Evaluation) .

تطورت تقنيات حفر الآبار من حفر آبار لا تتجاوز مئات الأمتار عمقاً إلى آبار أعماقها آلاف الأمتار ومن طرق الحفر بالندق إلى الحفر الرحوي إلى الحفر التوربيني، وبالإضافة إلى الحفر التقليدي أو العمودي والمائل تطورت عمليات الحفر الأفقي الذي يتميز عن الحفر التقليدي والمائل بعدد من المميزات منها تخطي الكثير من العقبات الطبيعية والحواجز العمرانية للوصول إلى المكامن، وكذلك إنتاج كميات أكبر من النفط والغاز من مكامن قليلة السماكة وقليلة النفاذية أيضاً، وتلافي الكثير من مشاكل الإنتاج وصيانة المكامن .

## تصنيف الآبار

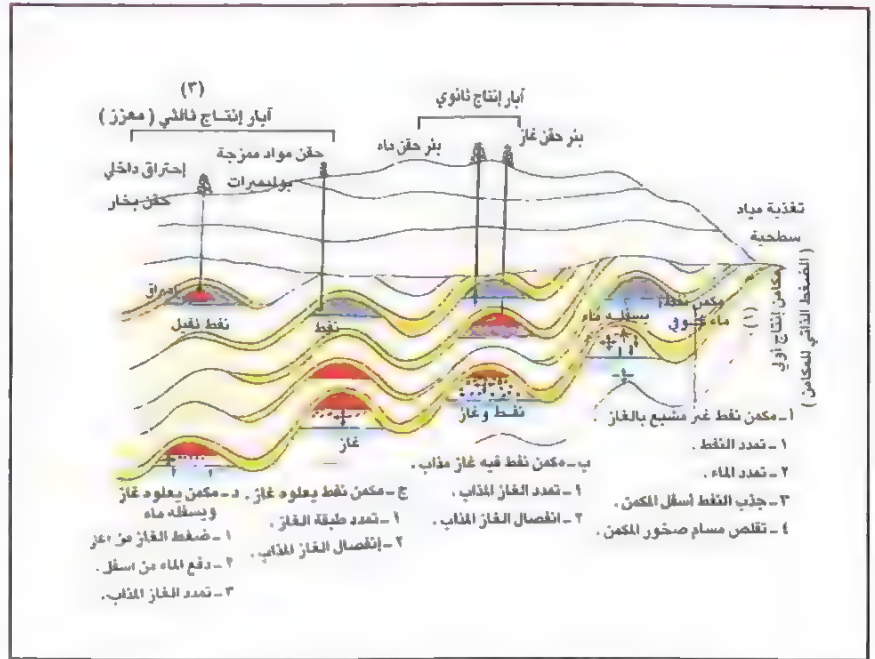
تتعدد الأهداف وراء حفر الآبار سواء قبل حفر الآبار الإستكشافية بحثاً عن النفط أو بعدها، فلكل نوع من الآبار وظيفته وتصميمه، هذا وقد تصمم بئر لهدف ثم تحول وظيفتها لهدف آخر أثناء أو بعد الحفر، وتصنف الآبار إلى الآتي :-

**١ - الآبار المساندة :** وهي آبار تحفر للحصول على معلومات جيولوجية عن الطبقات تحت السطحية للمنطقة سواء



المكمن - تتنوع تبعاً لنوع المكمن نفطاً كان أم غازاً .

**٢- الإنتاج بالحقن :** نظراً لعدم كفاءة الضغط الطبيعي أو تناقصه بسبب الإنتاج تتدنى معدلات الإنتاج وقد تتوقف تماماً ، لذا يعتمد إلى حقن المكمن بمواد مختلفة بهدف زيادة ضغط المكمن أو المحافظة عليه لإنتاج أكبر قدر من النفط المتبقي ، وهناك طريقتان تعرف الأولى بالإنتاج الثانوي وهي حقن المكمن بالماء أو الغاز ، والثانية أكثر تعقيداً وتقنية وتعرف بالإنتاج المعزز أو الثالثي وهي حقن المكمن بالبخار وإحلال المواد الممزجة والبوليمرات ، وكذلك الإحتراق الداخلي . وفي كلا الطريقتين تختلف مواد ووسائل الحقن باختلاف طبيعة المكمن .



● شكل (٤) مخطط افتراضي لمختلف أنواع الضغط الذاتي للمكمن وأنواع الإنتاج .

### الحقل والإحتياطي

تستخدم المعلومات الجيولوجية والجيوفيزيائية المتوفرة قبل الحفر لتقدير حجم التراكيب البنائية المحتمل صيد النفط فيها ، وبافتراضات لمسامية ونفاذية صخور المكمن ، وبناء على هذه التقديرات والإفتراضات وغيرها ، تحسب كميات ما قد يكتشف من نفط في منطقة البحث قبل مباشرة الحفر ، ويعرف هذا التقدير بالإحتياطي المبدئي (غير المؤيد بالحفر). وبعد إكتشاف النفط ونتيجة حفر عدد من الآبار وتحديد معالم الحقل يتم تقدير كميات النفط بموثوقية معقولة من واقع معلومات مباشرة على ضوءها يتم حساب كميات النفط في المكمن ، وهذا هو الإحتياطي المثبت (المثبت بالحفر). أما كميات النفط المنتج النهائي (عند النضوب) فهو المجموع الكلي لكل كميات النفط المنتجة فعلياً من الحقل بعد توقف الإنتاج .

(\*) عندما يذكر النفط بشكل عام في هذا المقال فإنه يقصد بذلك بعض أو كل مشتقاته كالفار والإسفلت، النفط الخام، المكثفات والغاز الطبيعي. وإذا ما أريد تخصيص يذكر ما أريد تخصيصه .

### مكمن الغاز

قد تحتوي مكمن النفط على غاز حر في أعلى المصيدة أو مذاباً في النفط ، ولكن مكمن الغاز التي نحن بصدد هنا لا تحتوي على النفط ولكنها قد تعلق ماء أو مكثفات. وتتميز مكمن الغاز بأنها ليست كمكمن النفط بحاجة إلى طاقة إضافية لزيادة الإنتاج ، بل يتم إنتاج الغاز اعتماداً على طاقته الذاتية ، ويعد الغاز أكثر قدرة على التمدد والتحرك من النفط وقد ينتج ما مقداره ٨٠٪ من غاز المكمن .

### الإنتاج

تستخدم شتى الوسائل والأساليب لإنتاج أكبر كمية ممكنة من النفط ، فهناك مرحلتان لإنتاج النفط تعتمد الأولى على طاقة الضغط الذاتية للمكمن والثانية على ما يحقن في المكمن لتعزيز طاقته ، شكل (٤) .

**١- الإنتاج الأولي :** يتدفق ما في المكمن من نفط نحو فتحات الآبار في المراحل المبكرة للإنتاج نتيجة لطاقة ذاتية - داخل

على إتصال بالسطح ويتغذى من المياه السطحية أو يكون جارياً في الطبقات الجوفية ويلاصق الماء مباشرة أسفل نفط المكمن ، وقد يوجد الماء في نفس طبقة المكمن ويلاصق أطراف نفط المكمن. وعند بدء الإنتاج يعمل الماء على دفع وإزاحة النفط ليحل محله مما يزيد من إنتاج النفط بكميات أكبر. ويكون الضغط في هذا النوع من المكمن عالياً ويستمر لفترة أطول وتكون نسبة الغاز إلى النفط متدنية ، وربما وجد الماء طريقه مع النفط في المراحل الأخيرة للمكمن. ولذا فإن كمية كبيرة من نفط المكمن يمكن إنتاجها بفعل هذه الطاقة ، وتتراوح هذه الكمية ما بين ٢٥ إلى ٧٥٪ من النفط الكلي في المكمن .

**٥ - مكمن أعلاها غاز وأسفلها ماء :** هناك حقول نفط يوجد فيها كميات من الغاز تعلق النفط بالإضافة إلى مياه أسفل المكمن وعند الإنتاج تعمل كلتا الطاقتين العلوية والسفلية ، بالإضافة إلى طاقة ناتجة عن تمدد الغاز المذاب بالنفط لتدفع النفط نحو الآبار. وتعد مثل هذه المكمن أكثر إنتاجاً للنفط من غيرها .



## النفط

د. عبد العاطي أحمد الصادق

التي كونت النفط ، إذ أن التغييرات العديدة التي تتعرض لها هذه الكائنات من وقت موتها حتى تحولها إلى نפט كفيلة بأن تمحو كل الآثار الدالة للتعرف عليها ، ولكن التفكير المنطقي وكثير من الشواهد تدل على أن المواد العضوية المترسبة مع الطين هي المصدر الذي نشأ منه النفط ، لذلك يوجد عدد من المعايير التي يجب أن تطبق لتقييم صخور المصدر من حيث إمكان وجود النفط ونوعيته ، ومن هذه المعايير مايلي :-

١- أن يكون صخر المصدر غنياً بالمواد العضوية ، وبعد الحد الأدنى للكربون العضوي في صخرة المصدر ٠,٥ ٪ بالنسبة للصخور الفتاتية و ٠,٤ ٪ للصخور الجيرية .

٢- نوع المواد العضوية الموجودة في صخر المصدر إذ أن إختلافها سواء أكانت نباتية أم حيوانية تتحكم في نوعية النفط .

٣- مستوى توليد ونضج الهيدروكربونات .

٤- كفاءة طرد الهيدروكربونات المولدة والناضجة .

وتعد صخور الطين الصفحي ذات أهمية كبيرة في تكوين صخور المصدر لأن قابليتها لإنفاذ السوائل النفطية قليلة ولذلك فهي تحفظ هذه السوائل من الأكسدة ، أما الصخور الرملية والجيرية فقد تكون صخور مصدر للنفط بجانب

يتحقق تجمع النفط بكميات تجارية عند توفر عناصر أساس تبدأ بمرحلة النشأة والتكوين التي تشتمل على صخور المصدر وتوليد النفط ونضجه ، ثم مرحلة الهجرة الأولية والثانوية ، وأخيراً مرحلة التجمع وتشمل عناصر ثلاثة هي صخور السقف ( المحابس ) ، وهي صخور غير مُنفذة تمنع تسرب البترول رأسياً إلى سطح الأرض ، والمصائد وهي تراكيب مغلقة مناسبة لاصطياد النفط المهاجر وحبسه بداخلها ، وأخيراً المكامن وهي صخور ذات مسامية فعالة ونفاذية عالية مثل الصخور الرملية والجيرية .

ويوضح شكل (١) العوامل المذكورة لتجمع النفط والغاز مرتبة حسب المعلومات المتاحة والترتيب المنطقي .

### نشأة وتكوين النفط

إن نشأة وتكوين وهجرة النفط موضوع شائك ويكتنفه الغموض في كثير من جوانبه خاصة أن النفط سائل لا يطيب له الاستقرار في مكان نشأته ، بل يهاجر ويستقر به المقام في مكان آخر ، وقد تعددت الآراء حول طريقة تكوين النفط وإنتهت إلى نظريتي النشأة غير العضوية والنشأة العضوية .

### ● النشأة غير العضوية

تمثل هذه النظرية مجموعة آراء قديمة منها الإعتماد على تجارب معملية حاولت أن تصطنع الظروف الحقلية لتكوين النفط ، حيث أمكن الحصول على مواد هيدروكربونية بوساطة عمليات كيميائية أساسها تفاعل الماء الساخن مع كربيدات المعادن ، وكذلك الإعتماد على عدة ظواهر طبيعية منها وجود كميات من غازات الهيدروكربونات في الأجزاء المحيطة بالأرض والكواكب الأخرى ، وأيضاً خروج غازات هيدروكربونية مع البراكين مما أدى إلى احتمال أن يكون

للبترول أصل فضائي أو أصل بركاني أو أصل صهيري .

### ● النشأة العضوية

إعتمدت نظريات النشأة العضوية على العديد من الشواهد التي تدل على أن النفط نشأ من مواد عضوية من أصل نباتي أو حيواني ، وتتمثل هذه الشواهد في التالي :-

١- إكتشاف معظم التجمعات النفطية (٩٩٪) في الصخور الرسوبية ، وفي الحالات النادرة يمكن وجود النفط في صخور القاعدة المركبة أو الصخور النارية والمتحولة حيث يكون هذا النفط قد هاجر إلى هذه الصخور من الصخور الرسوبية المجاورة .

٢- وجود المركبات النيتروجينية (الأزوتية) واليورفين في النفط والتي توجد فقط في خلايا الكائنات العضوية فقط سواء أكانت حيوانية أم نباتية .

٣- تميز النفط بخاصية النشاط الضوئي التي تكاد تنفرد بها المواد العضوية .

ليس هناك تأكيد قاطع على نوع الكائنات العضوية

١- المكن

٢- المصيدة

٣- المحبس

٤- الهجرة الثانوية

٥- الهجرة الأولية

٦- توليد

الهيدروكربونات

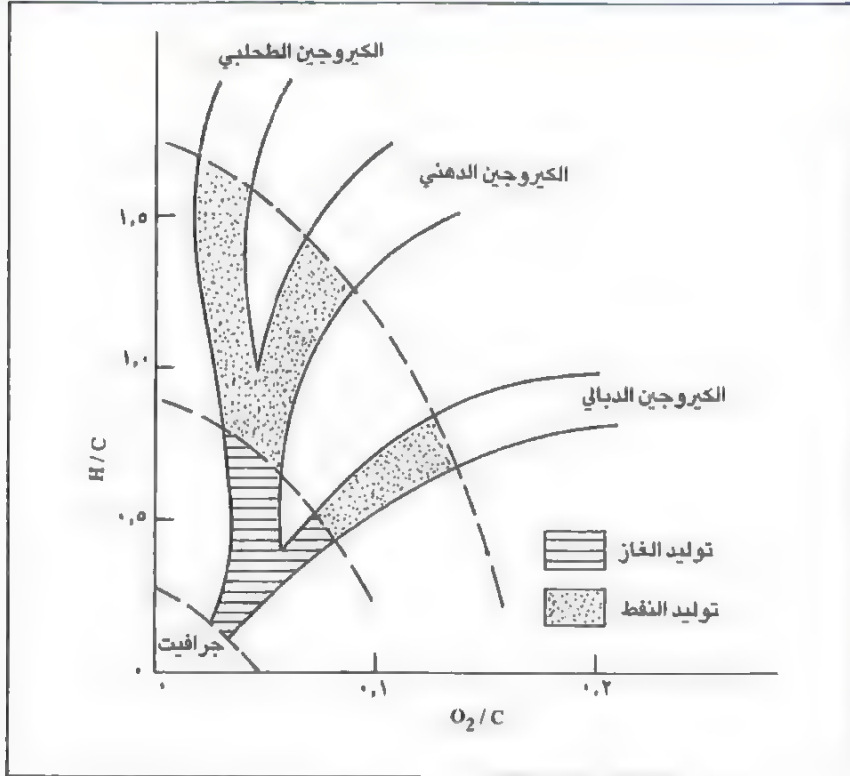
٧- صخرة المصدر

الترتيب المنطقي

المعلومات المتاحة

● شكل (١) العوامل الهامة لتجمع النفط والغاز (Magura, 1986) .





● شكل (٢) مسارات نضج أنواع الكيروجين الثلاثة (سيلي ١٩٨٥ م).

والغاز .

\* النوع الثالث (Type III) : وهو ديبالي (Humic) ينتج عنه تكوين الغاز .

يعتمد نضج الكيروجين أساساً على درجة الحرارة ولمدى أقل على الزمن ، فعند درجات حرارة تتراوح ما بين ٦٠ إلى ١٢٠ م يتولد عنه نفط ، أما الغاز فيتولد عند درجات حرارة تتراوح ما بين ١٢٠ إلى ٢٢٥ م ، لذا نجد أن الكيروجين يصل مرحلة النضج عند طور النشأة الوسيطة . أما في مرحلة ما بعد النضج فإن النفط والغاز ينعدمان . ويوضح شكل (٢) المسارات الثلاثة لنضج الكيروجين .

### هجرة النفط

تشير كثير من الشواهد بأن النفط والغاز لم يتكونا في الصخور التي وجدا فيها ، لذا يجب أن يكونا قد هاجرا إلى هذه الصخور من مكان آخر ، ومن الشواهد التي تدل على هجرة النفط والغاز ما يلي :-

ينشأ عنهما تحول بطرد آخر نواتج الهيدروكربونات التي غالباً ماتكون في شكل غاز الميثان ، وفيها تنخفض نسبة الهيدروجين إلى الكربون حتى يبقى الكربون فقط على هيئة جرافيت .

### ● الكيروجين

يطلق اسم الكيروجين على مادة هيدروكربونية صلبة توجد متناثرة في الكثير من أنواع الطين الصفحي ( صخور المصدر ) ولا تذوب في مذيبات النفط العادية ، لذا فإن هذه الخاصية تميزها عن القار (Bitumen) ، ويتكون الكيروجين كيميائياً من الكربون ، الهيدروجين ، الأكسجين مع كميات ضئيلة من النيتروجين والكبريت . وهناك ثلاثة أنواع من الكيروجين هي :-

\* النوع الأول (Type I) : وهو طحليبي (Algal) ينتج عنه تكوين النفط .

\* النوع الثاني (Type II) : وهو شحمي (Lipidic) ينتج عنه خليط من النفط

كونها أهم مكان له .

توجد صخور المصدر التي تحتوي مادة عضوية كافية لتوليد النفط في بيئة ترسيبية مختزلة تساعد على تفسخ وتحلل المواد العضوية ، ولكن بجانب ذلك فإن إكمال عملية تحول المادة العضوية إلى نفط تحتاج إلى وجود عدة عوامل مثل الحرارة والضغط العاليين ، تأثير البكتيريا ، الأكسدة الجزئية ، تأثير النشاط الإشعاعي بجانب تأثير بعض التفاعلات بالحفز حيث تعمل بعض المحفزات (Catalysts) مثل مركبات الفناديوم والنيكل على تنشيط التفاعلات التي تحدث عند درجات حرارة منخفضة .

### ● تأثير الطمر على المادة العضوية

تتعرض المواد المترسبة في حوض رسوبي إلى ازدياد في الحرارة والضغط بازدياد عمق الطمر مع الزمن ، وقد تم التعرف على المراحل الرئيسية التي تمر بها المادة العضوية إستجابة لتأثير الطمر وذلك كما يلي :-

١- مرحلة النشأة البينتكوينية (Diagenesis) : وتبدأ في عمق تحت سطحي ضحل عند درجة حرارة وضغط عاديين ، وتشتمل على تحلل للمواد العضوية بفعل البكتيريا يترتب عليه إطلاق غازي الميثان وثاني أكسيد الكربون وتبقى فضلات هيدروكربونية معقدة أطلق عليها اسم الكيروجين ، وتكون المحصلة الرئيسية لهذا الطور نقص في أكسجين المادة العضوية مع نسبة ثابتة للهيدروجين إلى الكربون .

٢- مرحلة النشأة الوسيطة (Catagenesis) : وتحدث في عمق أكبر من سابقه بإستمرار الطمر وإزدياد درجة الحرارة والضغط ، وعندها يتحرر النفط من الكيروجين أولاً ، ثم يعقبه الغاز ، وتنخفض نسبة الهيدروجين إلى الكربون مع تغير طفيف في نسبة الأكسجين إلى الكربون .

٣- مرحلة النشأة التحويلية (Metagenesis) : وتحدث عند درجة حرارة وضغط عاليين



ستحقق الاهتمام هجرة الهيدروكربونات من صخور المصدر بعد أن اكتمل نضجها على شكل نفط خام وهي ذائبة في الماء ، ورغم أن قابلية ذوبان الهيدروكربونات تكاد تكون معدومة على سطح الأرض ، إلا أن هناك عدداً من النظريات تفترض أن ارتفاع درجات الحرارة ووجود المسيلات (Micelles) قد تجعل ذوبانها في الماء ممكناً ، ومن تلك النظريات ما يلي :-

✱ نظرية النفط الحار : دلت التجارب على أن قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء لا تصبح ذات مغزى إلا عند درجة حرارة ١٥٠° م. وأن الدرجة المثلى لتوليد النفط هي ١٢٠° م. ، غير أن المعلومات المستقاة من التجارب أوضحت أن قابلية ذوبان النفط في الماء عند درجة حرارة ١٥٠° م تتراوح ما بين ١٠ إلى ٢٠ جزء في المليون . وهي نسبة ذوبان قليلة جداً لتفسير الهجرة على هذا الشكل .

من جانب آخر أشارت تجارب أخرى إلى تزايد نسبة ذوبان الهيدروكربونات في الماء مع تناقص أعداد الكربون وذلك بالنسبة للبرافينات والسلسلة العطرية ، حيث تكون المركبات الغازية ( عدد ذرات كربون أقل ) مثل غازات البرافين ذات نسبة ذوبان في الماء أعلى بكثير ( عدة آلاف مليجرام / لتر ) مقارنة بالهيدروكربونات السائلة والصلبة التي لا تذوب .

وعليه تقترح نظرية النفط الحار أن النفط قد هاجر في هيئة غازية إلى صخور المكمن وذاب في ماء المسام . غير إن هذا الافتراض لا يقدم تفسيراً متكافئاً لهجرة النفط إذ أن أجزاء كبيرة من مكونات النفط مثل الكينات لا تذوب في الماء .

الجدير بالذكر أنه رغم ذلك تبني الكثيرون نظرية هجرة النفط وهذائب في الماء على افتراض أن قابلية الذوبان تزداد إزداداً ملحوظاً في حالة الهيدروكربونات

## ● الهجرة الأولية

تلعب عدة عوامل دوراً رئيساً في الهجرة الأولية للنفط من بينها عوامل الضغط ، تأثير الخاصية الشعرية (Capillarity) التيارات المائية ( على اختلاف مصادر الماء ) تغير حجم المسام ، إضافة إلى أنواع الغازات وأحجامها ، وبناء على ذلك فقد اقترحت عدة نظريات للهجرة الأولية للنفط ، وقد صنف سيلي (Selley) عام ١٩٨٥م تلك النظريات كما يلي :-

### أولاً : الهجرة في هيئة نفط أولي

تشكل خاصية عدم ذوبان الهيدروكربونات في الماء إحدى المشاكل المعقدة في فهم الهجرة الأولية للنفط ، لذا حُج أن تكون الهجرة الأولية للنفط قد تمت قبل أن تنضج هذه الهيدروكربونات لتعطي نفطاً خاماً ، وهذا يعني أن هجرتها تمت عند طور إنتقالي على هيئة نفط أولي (Proto Oil) يتكون من مركبات قابلة للذوبان في الماء وتشمل الكيتونات (Ketones) الأحماض (Acids) والإسترات (Esters) .

الجدير بالذكر أنه من الصعب قبول الكيفية التي هاجرت بها هذه المركبات إلى صخور المكمن ثم انفصلت عن الماء عند وصولها إلى هناك. ذلك لأن هذه المركبات تمتلك خاصية الإمتزاز (Adsorption) بأسطح معادن الصلصال مما يؤدي إلى صعوبة إنفكاكها عنه وطردها من صخور المصدر ثم هجرتها .

وإذا سلمنا جدلاً أن هذه المركبات يمكن أن تهجر في هيئتها هذه إلى صخور المكمن ، فإنه يصعب تخيل الطريقة التي تتطور بها لتعطي نفطاً خاماً غير قابل للامتزاج (Immiscible) في الماء .

### ثانياً : الهجرة في هيئة محلول مائي

من الطرق التي تتبادر للذهن والتي

١- تميز صخور المكمن بالمسامية والنفاذية التي لا تلائم حفظ المادة العضوية التي يتكون منها النفط إذ أن هذه المادة يمكن أن تتلف بفعل الأكسدة ( تعرضها للهواء ) الناتجة عن نفاذية صخور المكمن ، ولذا لا بد من طمرها بطبقات سميكة من الرسوبيات الناعمة وحفظها من الأكسدة ، وعليه فإن النفط المتولد عن هذه المواد لا بد أن يكون قد هاجر من بيئة مختزلة (بيئة صخور المصدر) إلى صخور المكمن .

٢- وجود الرشوحات النفطية يؤكد حركة النفط من أماكن عميقة إلى سطح الأرض.

٣- وجود النفط في بعض الحالات النادرة في صخور القاعدة المركبة والصخور النارية والمتحولة ، إذ أنه من المستحيل أن يكون النفط قد تكوّن محلياً في هذه الصخور لعدم تواجد كائنات عضوية بها .

٤- تواجد النفط والغاز في الطبقات العليا للمصائد التركيبية أو الطبقيية وهذا دليل آخر على الهجرة الرأسية والجانبية .

٥- تواجد النفط والغاز والماء في صخور المكمن المسامية والمنفذة في ترتيب طبقي (Stratified) تحكمه فروقات الثقل النوعي لهذه المواد ( غاز ، نفط ثم ماء في الأسفل ) يدل على أن هذه المواد كانت ولا زالت تتمتع بحرية الحركة التي تمكنها من الهجرة رأسياً وجانبياً .

## أنواع الهجرة

تم التمييز بين نوعين رئيسين من الهجرة هما ، الهجرة الأولية والهجرة الثانوية ، تعرف الهجرة الأولية بأنها حركة الهيدروكربونات من صخور المصدر إلى صخور المكمن ، أما الهجرة الثانوية فهي هجرته مرة ثانية خلال صخور المكمن .



على طول شبكة الكيروجين ، إذ أن تكوين شبكة من الشقوق الرفيعة يهيء الفرصة إلى إنصهار جزيئات كبيرة من الكيروجين التي كانت موجودة من قبل مكونة بذلك جداول رقيقة . تمثل شبكة خيوط الكيروجين هذه حالات منفصلة لجداول متصلة من الكيروجين ، وعندما تصبح الشبكة كلها متصلة وثلاثية الأبعاد فإن النفط أو الغاز أو محلول كل منهما في الآخر سيهاجر عن طريق الإنتشار على طول هذه الشبكة في إتجاه ميل الضغط .

### خاتمة

يمثل فهم الهجرة الأولية للنفط إحدى المشاكل في علم جيولوجيا النفط . إذ لم تقدم أي من النظريات المقترحة الأدلة الدامغة والمقنعة لتحوز على رضا الباحثين في حقل النفط . كما أنه من الصعب حقاً أن نرفض أي من هذه النظريات لكل الظروف ، إضافة لذلك فإنه من غير المحتمل أن تقدم آلية هجرة النفط في هيئة ثلاثية منفصلة تفسيراً معقولاً لكل الحالات نسبة لمجموعة من المتغيرات من بينها : عدم تشابه صخور المصدر ، حالة الضغط والحرارة في مرحلة التوليد ، تيسر وجود كل من الماء وغاز ثاني أكسيد الكربون و الغازات غير المصاحبة بجانب ذلك تبرز مشكلة معرفة الوقت الذي بدأت فيه الهجرة .

يناصر بعض الباحثين طرد وهجرة النفط في محلول مائي ، وأن دفع الماء من الصلصال المحكم والمدمج يلعب دوراً مناسباً في الهجرة الأولية ، بينما يرى آخرون أن نظرية الانتشار على طول خيوط شبكة الكيروجين هي أكثر النظريات إقناعاً وذلك لعدم اعتمادها على محلول . حقاً أن موضوع الهجرة الأولية شائك ومعقد لذا نرجو من الله أن توثي الأبحاث النشطة في هذا المجال أكلها ويماط اللثام عن كل الغموض الذي يكتنفه .

يكون النفط قد هاجر بهذه الطريقة من صخور المصدر ، وعليه يمكن أن تقدم هذه الآلية (Mechanism) تفسيراً مقبولاً للهجرة الثانوية للمكثفات خلال صخور المكمن ولكنها لا تقدم تفسيراً مقبولاً للهجرة الأولية للنفط الخام .

### ثالثاً : الهجرة في هيئة نفط طليق

أشارت هذه النظرية إلى أن النفط لم يهاجر من صخور المصدر في أي من المحاليل المذكورة سابقاً ، ولكن بدلاً من ذلك تمت هجرته على هيئة نفطية منفصلة (Discrete Oil Phase) ، وفي هذه الحالة فإن هجرة النفط قد تكون إما في هيئة جزيئات كروية في الماء (Globules of Oil) وإما في هيئة متصلة ثلاثية الأبعاد . وقد أوضحت العمليات الحسابية إستبعاد هجرة النفط في هيئة جزيئات كروية وذلك لأن قطر هذه الجزيئات أكبر من قطر فتحات مسام صخر المصدر ، لذا يصعب جداً على مثل هذه الجزيئات الكروية أن تخرج من خلال فتحة مسام صخور المصدر سواء عن طريق التعويمية (عدم الامتزاجية) أو عن طريق تدفق الماء . عليه يبقى الاحتمال الوحيد لهجرة النفط تبعاً لمفهوم هذه النظرية هو هجرته في هيئة متصلة ثلاثية الأبعاد ، وفي هذه الحالة فإن صخور المصدر عندما تكون غنية بالمواد العضوية فإنها تكون مبللة بالنفط (Oil -Wet) بدلاً أن تكون مبللة بالماء (Water wet) ، ويساعد مثل هذا الوضع في هجرة النفط على حالة متصلة ثلاثية الأبعاد بدلاً من هجرته في هيئة جزيئات كروية .

أطلق على هذا النظرية اسم الفتيلة الشمعية (Greasy Wick) قياساً على تحرك الشمع الذائب خلال خيط الفتيلة الشمعية ، ومن الواضح أن مثل هذه الآلية مناسبة عندما تكون صخور المصدر غنية جداً بالمواد العضوية .

[ قُحت حديثاً نظرية هجرة الهيدروكربونات الأولية عن طريق الإنتشار

المتعرضة للضغط في ماء مالح وكذلك في حالة وجود الغازات .

\* نظرية المسيلات : الطريقة الأخرى التي تؤدي إلى زيادة قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء هي وجود المسيلات (Micelles) . وهي أحماض عضوية صابونية غروية (Colloidal) ، أحد طرفي جزيئاتها غير قابل للذوبان في الماء (hydrophobic) ، والآخر يذوب فيه (hydrophilic) ، وعليه يكون لوجودها تأثيراً قاعلاً في زيادة قابلية ذوبان الهيدروكربونات في الماء ، ويتمثل الاعتراض الرئيس على هذه النظرية في ضرورة وجود نسبة كبيرة من المسيلات في الهيدروكربونات ، الأمر الذي يختلف عن الواقع إذ أنها توجد بنسبة ضئيلة جداً . زد على ذلك أن حجم جزيئات المسيلات أكبر من قطر فتحات مسامات صخور المصدر الطينية .

\* نظرية الغازات : اهتمت هذه النظرية بالدور الذي يمكن أن تلعبه الغازات حيث أن لها دوران أساسيان هما :-

\* قد تكون الغازات عوامل محفزة أو تلعب دور الوسيط الناقل للهيدروكربونات ، ومن ذلك مثلاً أن يكون لغاز ثاني أكسيد الكربون تأثيراً مباشراً بإتحاده مع أيونات الكالسيوم مؤدياً إلى ترسيب كربونات الكالسيوم التي تسبب سمّنة كلسية (Calcite Cement) تؤدي بدورها إلى انخفاض حجم المسام مسببة ارتفاع ضغطها إرتفاعاً ملحوظاً مما يساعد على خروج وطرد النفط منها ، إضافة لذلك فإن وجود غاز ثاني أكسيد الكربون يساعد على خفض لزوجة النفط ، وهذا بالطبع يزيد حركته وهجرته .

\* تحمل غازات الهيدروكربونات في الآبار العميقة النفط في محلول غازي سرعان ما يتكثف إلى نفط بانخفاض الضغط ودرجات الحرارة وذلك أثناء صعود هذه الغازات نحو سطح الأرض ، لذا فإنه من الممكن أن



# مكامن ومصادر ومخازن النفط

د . عبد الصاطي أحمد الصادق

من المحتمل أن يتواجد النفط بكميات هائلة في منطقة ما ولكن من الصعب الوصول إليه والاستفادة منه بطرق عملية واقتصادية ، وذلك راجع لعدة عوامل أكثرها تأثيراً افتقار مثل هذه الأمكنة إلى تكوين صخري يتمتع بخاصيتي المسامية والنفاذية الضروريتين للسماح للنفط بالإنسياب فيها وسهولة إنتاجه بكميات إقتصادية.

الصخور الصماء مثل الطينية والنارية والمتحولة .

تتأثر المسامية بعدة عوامل منها حجم وشكل وتكرور وإستدارة الحبيبات وفقرتها وطريقة ترسيب وترابط الرواسب فيها ، وأيضاً كيفية إحكام أو دمج الحبيبات أثناء وبعد الترسيب .

تقاس المسامية بطريقتين رئيسيتين : الأولى طريقة مباشرة عن طريق ملاحظة وقياس أشكال وأحجام المسام في العينات الأسطوانية أو اللبية وأحياناً من خلال العينات المجروشة ، والثانية غير مباشرة عن طريق سجلات الآبار خاصة السجل الكهربائي وسجل النشاط الإشعاعي ، أو عن طريق المعلومات السيزمية .

تقسم صخور المكمن حسب مساميتها الفعالة إلى مايلي :-

\* عالية السعة : تزيد مساميتها الفعالة عن ١٥٪ .

\* متوسطة السعة : تتراوح مساميتها الفعالة بين ٥٪ إلى ١٥٪ .

المتصل ببعضه لوحدة صخرية إلى حجمها الخارجي الكلي ، وتقل المسامية الفعالة عن المسامية الكلية بنسبة تتراوح ما بين ٥ إلى ١٠٪ ، وهي التي تسمح بتحريك النفط خلال الصخور وهجرته وتجمعه وإنتاجه من مكامنه ، وتعد الصخور الرملية والصخور الجيرية ذات مسامية فعالة عالية حيث تصلح لأن تكون صخوراً مكمنية ، أما صخور حجر الخفاف فمع تمتعها بمسامية كلية عالية إلا أن مساميتها الفعالة منخفضة أو معدومة تماماً لأنها من النوع المغلق ، وعليه فإن هذه الصخور لا تصلح أن تكون مكمناً ، ومن الممكن أن تنتشعب المسامات المغلقة بالنفط ولكن يصعب استخراج النفط منها .

تقسم المسامية بشكل عام إلى نوعين رئيسيين على أساس وقت تكوينها هما: المسامية الأولية ، وهي التي تكونت مع ترسيب الصخر الرسوبي ، والمسامية الثانوية وهي التي يكتسبها الصخر بعد تكوينه وتنشأ بفعل الإذابة ، إعادة التبلر والتصدلت أو بسبب التكسير المصاحب للحركات البنائية مثل الطي والتصدع ، وتكتسب المسامية الثانوية أهمية

ولنعم هجرة النفط من مكمنه رأسياً أو جانبياً يجب أن تخاط الطبقات الحاملة له بطبقات صماء (غير مسامية) تسمى المحابس ، ويطلق على مكامن النفط المحبوسة مصائد بترولية.

## المكامن

تعد الصخور التي لها من المسامية والنفاذية ما يسمح بإنسياب النفط وتجمعه فيها مكمناً بترولياً . وللتعرف على طبيعة صخور المكمن يمكن وصف المسامية والنفاذية على النحو التالي :-

١- المسامية : هي مقياس ما تحتويه وحدة صخرية من مسام ، تتراوح فتحات المسام من فتحات تحت شعيرية إلى فتحات شعيرية الحجم وفجوات المحاليل في الصخور الجيرية ، ولقياس المسامية يلزم معرفة حجم المسام وحجم الصخر الكلي ، وتحسب بالمعادلة التالية :

$$\text{المسامية الكلية (\%)} = \frac{\text{حجم المسام}}{\text{حجم الصخر الكلي}} \times 100$$

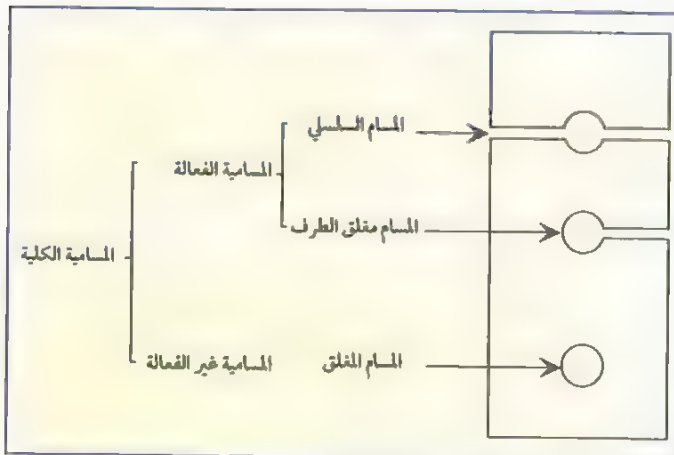
تنقسم المسام ، شكل (١) ، إلى ثلاثة أنواع على أساس أشكالها وذلك كما يلي :-

● المسام السلسلية : وهي المسام التي تتصل بعضها مع بعض بأكثر من ممر قنوي.

● المسام مسدودة الطرف : وهي المسام التي تتميز بممر قنوي واحد يصلها بمسام آخر .

● المسام المغلقة : وهي المسام التي لاتتصل مع مسامات أخرى.

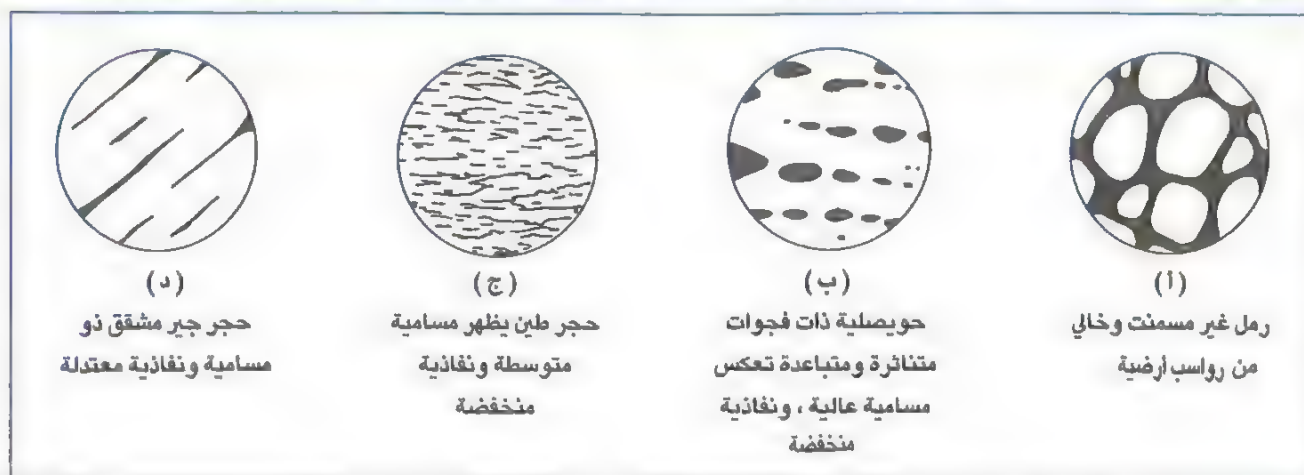
تكوّن المسام السلسلية والمسام مسدودة الطرف المسامية الفعالة للصخور والتي يمكن تعريفها بأنها النسبة المئوية من المسام



● شكل (١) أنواع المسامية .

بل قد يشمل الرملية والجيرية





● شكل (٢) العلاقة بين المسامية الفعالة والنفاذية في أنواع مختلفة من الصخور.

● **صخور مكمنية جيرية** : رواسب ذات نشأة محلية ومتكونة داخل أحواض الترسيب نتيجة لعمليات كيميائية أو كيميائية حيوية مثل الحجر الجيري والدولوميت .

● **صخور مكمنية متنوعة** : مجموعة من مختلف أنواع الصخور المصمتة النارية والمتحولة ، وقد تكتسب هذه الصخور صفات صخور المكنن بفعل الحركات البنائية التي تسببت في تشققها ومن ثم اكتسابها مسامية ثانوية تسمح بهجرة النفط إليها من صخور رسوبية مجاورة. ويمثل هذا النوع من المكامن حالات نادرة ومحدودة في توزيعها الجغرافي وشحيرة في مردودها الاقتصادي .

### مصادر النفط

المصيدة هي أي نسق هندسي للطبقات يسمح للنفط أو الغاز أو كليهما بالتجمع فيه بكميات اقتصادية ، وهي تقوم بدور مزدوج وذلك بسماحتها للنفط أو الغاز بالدخول فيها وفي ذات الوقت منعها من الهروب منها ، أما إذا نظرنا للنفط والغاز بأنهما سائلان مهاجران فتكون مهمة المصيدة في هذه الحالة

نوع صخور المكنن	معامل النفاذية (دارسي)
ممتازة	أكثر من ١
جيدة	٠,١ - ١
متوسطة	٠,٠١ - ٠,١
قليلة	٠,٠٠١ - ٠,٠١
مهملة	أقل من ٠,٠٠١

● جدول (١) تصنيف الصخور حسب معامل النفاذية .

يمكن للمسامية والنفاذية أن تقل بسبب عملية الدمج والإحكام ، فالنسيج الصخري مثل حجم وشكل الحبيبات ، وكيفية تعبئة هذه الحبيبات يمكن أن يؤهلا كثيراً من الصخور الرسوبية لتصبح صخوراً مكمنية . لذا يمكننا القول أن كثيراً من الصخور الرسوبية مثل صخور الطفال ، الغرين ، الصوان والصخور المصمتة لا تصلح أن تكون صخوراً مكمنية إلا إذا تعرضت لاحقاً إلى عوامل بعد ترسيبها تكسبها المسامية الثانوية ، ومن أهم صخور المكامن الصخور الفتاتية خشننة الحبيبات ، الصخور الرملية ، صخر الرمل الخشن (Grit) والصخر المدمك (Conglomerate) ، والصخور الجيرية المتحلبة أو المتبلرة ، وتقسم الصخور المكننية حسب نشأتها إلى ثلاث مجموعات هي :-

● **صخور مكمنية فتاتية** : صخور رسوبية ذات نشأة ميكانيكية تكونت من فتات أو حطام صخور أخرى بفعل عملية التجوية ثم نُقلت إلى حوض الترسيب ، وتتميز هذه الصخور بصفات مختلفة نتيجة لعوامل متعددة مثل طبيعة الصخور التي تكونت منها ، المسافة التي تقطعها الحبيبات أو الجسيمات من المنشأ وحتى حوض الترسيب ، ومن أكثر صخور هذه المجموعة شيوعاً صخر الحجر الرمل ، والصخر المدمك والإركواز والجريواك .

والجدير بالذكر أن معظم هذه الصخور سيليكاتية (Silicates) ولكن هناك صخور فتاتية جيرية مثل الحجر الجيري السري (Oolites) والصخور الجيرية القشرية ، الكوكينا (Coquinas) ، الطباشير ، المرجان .

● **قليلة السعة** : مساميتها الفعالة أقل من ٥٪ وليس لها قيمة مكمنية تجارية إذا لم ترتفع مساميتها لاحقاً .

٢- **النفاذية** : لا تكفي المسامية وحدها لتأهيل الصخر لأن يكون مكمنياً ولكن يجب أن تكون المسام متصلة أي منفذة ، وتعرف نفاذية الصخور بمقدرة النفط أو الغاز على الحركة أو التدفق داخل الصخر المسامي. ويوضح شكل (٢) العلاقة بين المسامية الفعالة والنفاذية .

يقاس مدى نفاذية الصخر بحساب معامل النفاذية وذلك بموجب قانون دارسي (Darcy) الذي يأخذ في الحسبان العامل الزمني ، مساحة القطاع العرضي للصخر ، طوله ، فرق الضغط بين الغلاف الجوي والغلاف الأرضي ، لزوجة السائل . يعبر عن معامل النفاذية بوحدة دارسي ، فمثلاً إذا كان معامل النفاذية لرمل ما يساوي دارسي واحد فهذا يعني أن هذا الرمل يعطي واحد سم<sup>٣</sup> من تدفق الماء المحتوي عليه وبلزوجة واحد سنتي بويز في الثانية وتحت ضغط واحد جوي لكل واحد سم<sup>٢</sup> لقطاع عرضي طوله واحد سم .

هناك عدة عوامل تتحكم في نفاذية الصخر منها أبعاد الفراغات ، أبعاد الممرات بين الفراغات ، قوة الجاذبية الشعرية بين الصخر والسائل المتدفق ، لزوجة السائل ، معدل الضغط. وتقسم الصخور حسب معامل نفاذيتها وذلك وفقاً لجدول (١) .

### صخور المكنن

تتمتع معظم الصخور الرسوبية عند ترسيبها بمسامية ونفاذية عاليتين ولكن



## أولاً : المصائد التركيبية

تتخذ المصائد التركيبية أشكالها الهندسية نتيجة تغيرات تكتونية بعد رسوبية لصخور المكن ، وتنقسم إلى قسمين هما :-

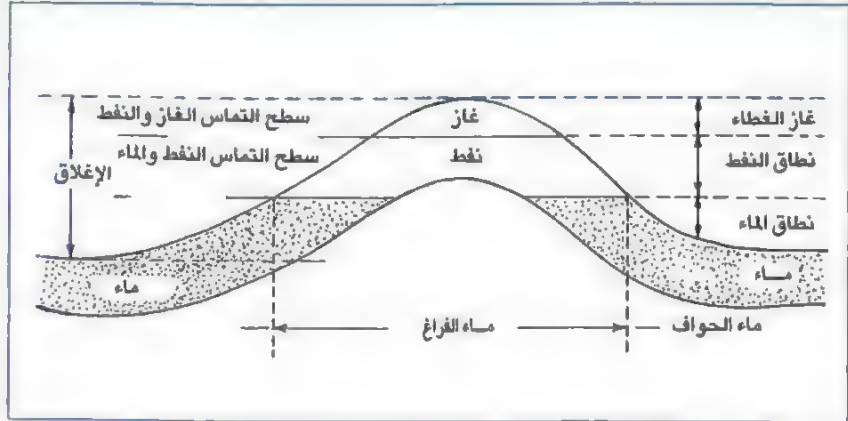
### ١- مصائد الطي

هناك نوعان أساسان من مصائد الطي هما المصائد المحدبة التضاغطية والمصائد المحدبة المحكمة .

( أ ) مصائد الطي المحدبة التضاغطية : وهي أكثر أنواع المصائد شيوعاً وتتواجد في أو بالقرب من نطاق الاندساس ( Subduction Zones ) ، وهي تتكون نتيجة للتقاصر القشري ( Crustal Shortening ) الناتج من قوى تكتونية تضاغطية ، شكل ( ٣ ) ، وخير مثال على ذلك حقول النفط في جنوب غرب إيران ، حيث يتواجد أكثر من ١٦ حقل من حقول النفط العملاقة في العالم ، وتتواجد هذه الحقول عند سفوح جبال زاغروس بالقرب من منطقة إندساس الصفيحة العربية تحت الصفيحة الإيرانية .

ومن أمثلة المصائد المحدبة التضاغطية كذلك ، المصائد الموجودة في الجانب الغربي من الخليج العربي حيث يكمن النفط في طيات محدبة عريضة تتميز جنبتها بانحدار خفيف ، ومن هذه المصائد معظم حقول النفط شرقي المملكة ( الغوار ، أبقيق ، السفانية ، الخفجي ) .

( ب ) مصائد الطي المحدبة المحكمة : وهي التي تكونت نتيجة استجابة الطبقات لشد قشري ( Crustal Tension ) نتج عنه تكوين حوض رسوبي به طيات محدبة فوق مستهضبات تكدنت

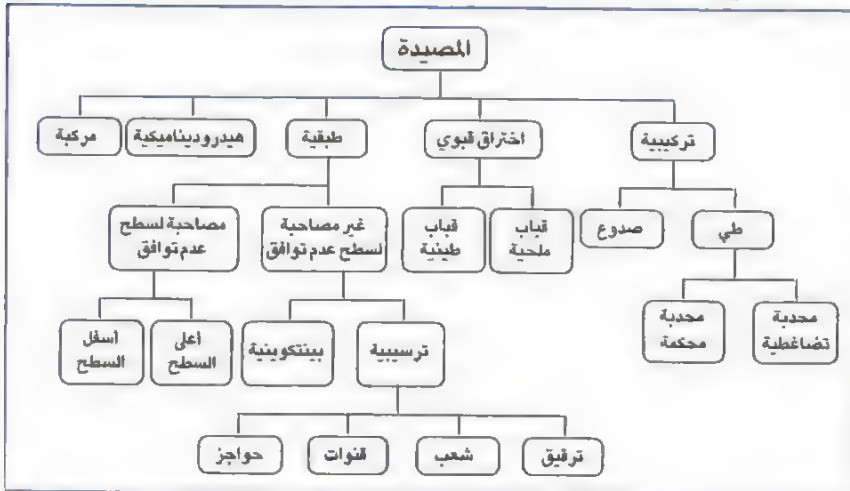


● شكل ( ٣ ) قطاع عرضي لطية محدبة لتوضيح أجزاء المصيدة ومسمياتها .

منتجاً لذا وجب التمييز بينه وبين العطاء الصافي الذي يمثل السمك العمودي التراكمي للمكن المنتج للنفط ، وعند تطوير مكن ما يجب تحديد نسبة المنتج الإجمالي إلى المنتج الصافي عبر الحقل .

من الممكن أن تحتوي المصيدة على النفط أو الغاز أو كليهما ، ويمثل سطح تماس النفط والماء ( Oil Water Contact - OWC ) أعظم مستوى لإنتاج النفط بينما يمثل سطح تماس الغاز والنفط ( Gas Oil Contact - GOC ) الحد الأدنى لإنتاج الغاز ، ويتحتم على مهندس الاستكشاف تحديد هذين السطحين بدقة قبل البدء في حساب إحتياطي النفط أو الغاز للمكن .

مرت عدة محاولات لتقسيم المصائد ، ولكن يعد تقسيم سيلي ( Selley ) ، شكل ( ٤ ) ، من أحدثها كما أنه يستوعب معظم أنواع المصائد الشائعة المحتوية على نفط أو غاز بكميات اقتصادية ، ويمكن استعراض الأنواع التي وردت في هذا التقسيم على النحو التالي :-



● شكل ( ٤ ) أنواع المصائد حسب تقسيم سيلي ( Selley ) - ١٩٨٩ م .

قطع هجرتها ومنع استمراريتها .

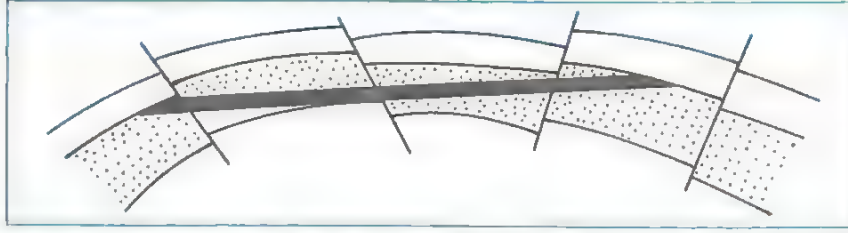
هناك أشكال شتى للنسق الطبقي الهندسي الذي يقوم بمهمة الاضطهاد ، وكلها تتميز بسمة رئيسة هي وجود صخر مسامي مغطى بصخور غير منفذة ( Impermeable ) تسمى صخور السقف أو المحابس .

يعد الماء عاملاً فعالاً في توجيه النفط والغاز إلى المصيدة لوجوده في معظم المصائد ، كما أن للماء دور فعال آخر يتمثل في إزاحة النفط والغاز أثناء استنزاف التجمع النفطي في المصيدة بواسطة الإنتاج ، وهذا يعني أنه بجانب قيام المصيدة بإصطيد النفط والغاز فإنه يتحتم عليها كذلك أن تكون قادرة على طرد الماء إلى الأعماق ، ويتضح من ذلك أن المصائد ليست مثقل سالب للسوائل في حين فارغ ولكنها يؤر تبادل نشط للسوائل .

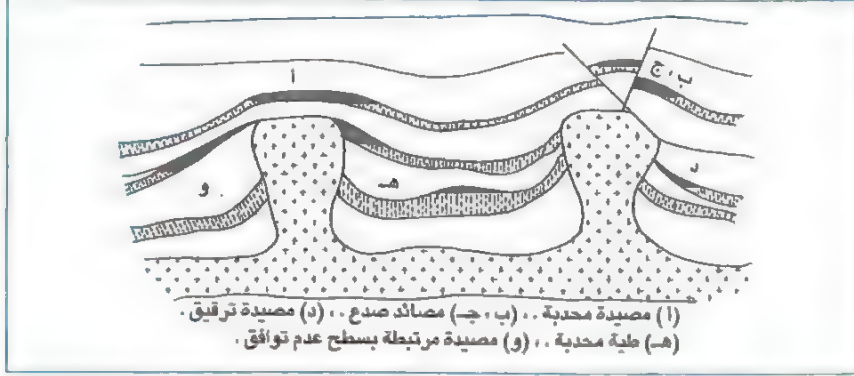
تستعمل عدة مصطلحات لوصف أبعاد المصيدة البنائية المحدبة ، شكل ( ٣ ) منها الهامة ( Crest ) وهي أعلى نقطة في المصيدة ، نقطة الصب ( Spill Point ) وهي أدنى نقطة يتواجد فيها النفط في المصيدة وتقع على خط متساوي الصب الذي يسمى مستوى الصب ( Spill Plane ) . والإغلاق وهو المسافة بين الهامة ومستوى الصب .

يطلق مصطلح منطقة العطاء ( Payzone ) على الجزء المنتج من المكن ، أما المسافة العمودية من هامة المصيدة إلى سطح التماس الزيت بالماء فتتمثل العطاء الإجمالي للمكن ، وتختلف سماكة نطاق العطاء الإجمالي تبعاً لتركيبة المصيدة حيث تتراوح ما بين متر إلى مترين في ولاية تكساس بالولايات المتحدة الأمريكية . إلى مئات الأمتار في بحر الشمال والشرق الأوسط . ليس من الضروري أن يكون كل نطاق العطاء الإجمالي





● شكل (٦) مصدود على تركيبية مبادر بصدوع ( عن السياب وعبد الحيد ١٩٦٩ د ) .



● شكل (٧) أنواع المصائد التي تصاحب القباب الملحية ( سيلي ١٩٨٥ م ) .

الأساس في الإصطياح التغير في النفاذية، شكل (٨).

تقسم المصائد الطبقيّة إلى مصائد غير مصاحبة لسطح عدم توافق، ويعرف سطح عدم التوافق جيولوجياً بأنه سطح التعرية الذي يفصل بين الصخور القديمة والحديثة والناتج عن توقف الترسيب في فترة معينة من الزمن الجيولوجي .

#### ١- المصائد غير المصاحبة لسطح عدم توافق

تقسم هذه المصائد إلى نوعين هما المصائد الترسيبية والمصائد البينتكونية ويمكن التمييز بين هذين النوعين على النحو التالي :-

##### (١) المصائد الترسيبية

يوجد العديد من المصائد الترسيبية منها ما يلي :-

● مصائد الترقيق ( Pinch-Out ) : يتسبب تضائل سمك قطاع سميك من صخور ذات مسامية ونفاذية في تلاشيها ودمجها في صخر طيني غير منفذ ، وينجم عن ذلك اصطياد النفط في الجزء المسامي والمنفذ من القطاع ، شكل (٩) .

● مصائد الشعب المرجانية ( Reefs ) : وتعد نوعاً هاماً من مصائد النفط حيث تحاط أحجار الجير المرجانية ذات المسامية والنفاذية بصخور غير منفذة . وهناك أنواع من الشعب المرجانية منها المستديرة (Bio-

للطبقة الملحية وينحصر بين الطبقات الرسوبية من جهة والقبّة الملحية من جهة أخرى ، يتسبب النمو غير المنتظم والاتجاهي للقباب الملحية في تكوين مصائد متعددة ، متتالية ومتنوعة كما هو موضح في شكل (٧) ، وخير مثال لهذا النوع من المصائد حقل الدمام . ويعزى تكوين مصائد القباب الملحية إلى سببين هما :-

١- إندفاع غازات مصاحبة لنشاط بركاني نتج عنها ترسيب الأملاح من المحاليل المائية ثم إندفاع الكتل الملحية إلى أعلى مسببة القباب الملحية .

٢- صعود المحاليل الملحية الحارة إلى أعلى خلال نقط ضعيفة في الطبقات وانخفاض درجة حرارتها تدريجياً مسببة ترسيب الملح الذي تزداد كميته وحجمه بسبب استمرار عمليات التبريد والتبلر مما يؤدي إلى توغل واختراق القباب الملحية للطبقات التي تعلوها .

#### ثالثاً : المصائد الطبقيّة

تكونت هذه الأنواع من المصائد نتيجة تغيرات جانبية في صخور المكن أو عدم إستمراريتها ( تغير السحنة ) ، وفي هذا النوع من المصائد يكون تماس الصخور المختلفة إما حاداً أو تدريجياً ومتوافقاً . ومن أكثر أنواع تلك المصائد شيوعاً ذلك الذي يؤدي التغير السحني فيه إلى إحاطة صخر مكن منفذ بآخر غير منفذ ويكون السبب

في العمق ( Deep Seated Horsts ) .

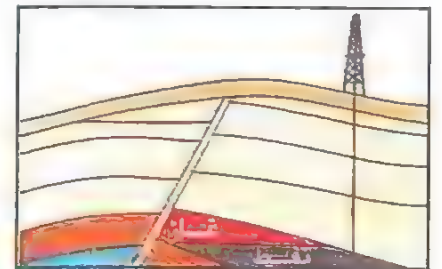
#### ٢- مصائد الصدوع

يعرف الصدع جيولوجياً بأنه كسر في القشرة الأرضية تصاحبه حركة ، وينتج الصدع عن حركات تكتونية تؤدي إلى شق الطبقات إلى كتلتين ترتفع إحداها وتنخفض الأخرى مؤدية إلى تغيير في ترتيب الطبقات . فإذا تصادف أن يعترض النفط طبقة غير مسامية وغير منفذة فإنها توقف هجرته وتصطاده ، شكل (٥) ، لذا تلعب الصدوع دوراً هاماً ومباشراً في اصطياد النفط . وقد تلعب الصدوع دوراً غير مباشر في اصطياد النفط وذلك بأن يشترك الصدع مع ظواهر تركيبية أخرى مثل الطي أو تغيير النفاذية في عملية الإصطياح .

يوضح الشكل (٦) مصيدة نفطية نتجت بفعل تركيبية مزدوج حيث يظهر الشكل طية محدبة متأثرة ببعض الصدوع ، فعندما يكون السطح متصللاً ، فهذا يدل على أن الصدوع لعبت دوراً ثانوياً في عملية الإصطياح وأن عنصر الإصطياح الرئيس هو الطي ، أما إذا كان سطح التماس الغاز والنفط غير متصل ، فلما أن يكون الصدع هو عنصر الإصطياح الرئيس وإما أن يكون النفط قد أصطيد بفعل الطية المحدبة ولكنها تأثرت لاحقاً بفعل التصدع مما أدى إلى انفصال التجمعات النفطية بعضها عن بعض .

#### ثانياً : مصائد الإختراق القبوي

تتكون هذه المصائد نتيجة تحرك كتل من الملح أو الطين إلى أعلى ، وبما أنه يندر وجود القباب الطينية فيمكن التركيز على القباب الملحية ، وهي تتكون نتيجة للتفاوت بين كثاقتي الملح والطبقات الرسوبية التي تعلوه ، فالمالح أقل كثافة من الطبقات الرسوبية لذلك يندفع إلى أعلى ويتسبب في قعب الطبقات التي تعلوه . فإذا وجد النفط في مثل هذه الطبقات الرسوبية فإنه يتحرك نحو الجوانب الخارجية



● شكل (٥) مصيدة طي محدبة .



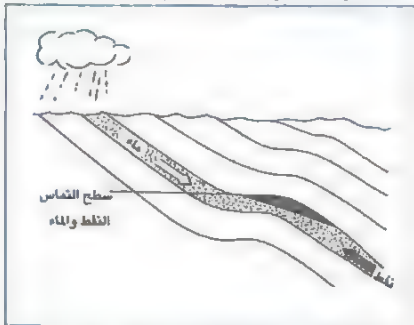
## خامساً : المصائد المركبة

تمثل المصائد المركبة أنواعاً كثيرة وقد تتكون من عنصر طبقي نشأ عن وجود حافة فاصلة بين طبقات منفذة وأخرى غير منفذة ، وعنصر تركيبى نشأ عن تغير الشكل الهندسي نتيجة حركات تكتونية أرضية . ومن أمثلة هذه المصائد إصطيد النفط في مواجهة صدع ( عنصر تركيبى ) في طبقة رملية تحاط حوافها بطبقة غير منفذة ( عنصر طبقي ) ومصيدة طبقية مصاحبة لسطح عدم توافق ثم عليها لاحقاً ، شكل ( ١٢ ) .

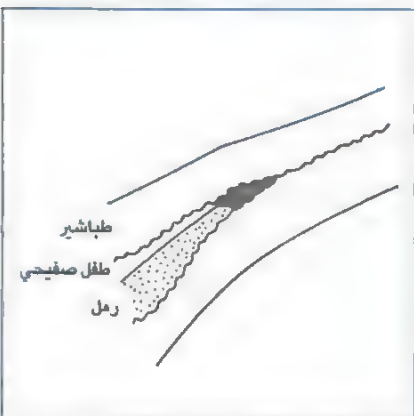
كما ذكر من قبل تعطي المصائد المتعددة التي يتواكب تكوينها مع القباب الملحية أمثلة لكل أنواع المصائد من تركيبية ، طبقية أو مركبة .

### ● المصائد الخاوية

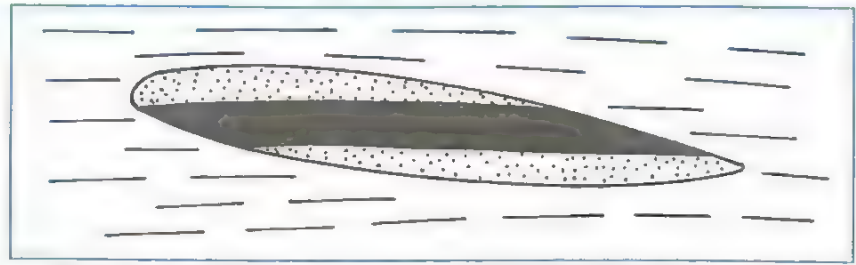
وجدت كثيراً من الأشكال التي تمثل مصائد جيدة لإحتواء النفط والغاز ولكنها خاوية منها ، بل وفي بعض المناطق تعلو أو تبطن مثل هذه المصائد طبقات حاملة للمياه الجوفية ليس بها أى أثر للنفط ، وهناك العديد من الأسباب التي تبرز وجود المصائد الخاوية نذكر منها على سبيل المثال لا الحصر أن الرواسب النفطية قد أصطيدت قبل وصولها



● شكل ( ١١ ) مصيدة هيدرو ديناميكية .



● شكل ( ١٢ ) مصيدة مركبة أصطيد فيها النفط بسطح عدم توافق ثم طويت الطبقات لاحقاً .



● شكل ( ٨ ) مصيدة طبقية على هيئة تكوين رملي عدسي محاط بطفل صفحي غير منفذ .  
( عن السياب وعبد الحميد ١٩٧٩ ) .

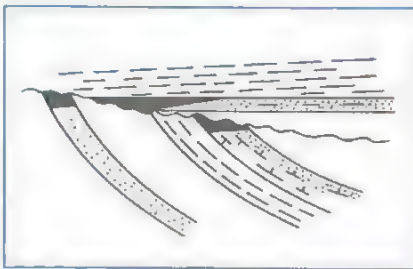
أو الغاز في نطق بسبب نشوء مسامية ثانوية في حيز محلي في صخرة مسمنتة ، وقد تسبب عملية التمدد في تكوين مصائد نقطية بينتكوينية غير منتظمة لأن الدولوميت يشغل حيزاً فراغياً أقل من الحجم الأصلي الذي كان يشغله الحجر الجيري .

### ٢- المصائد المصاحبة لسطح عدم توافق

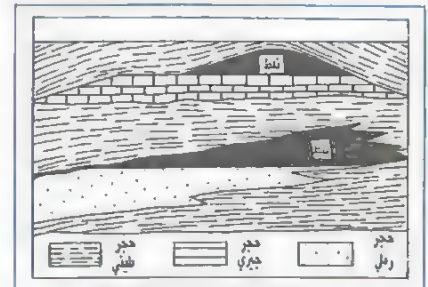
تأتي هذه المصائد إلى حيز الوجود عن طريق عمليات تآكل (Erosion) تؤدي إلى تكوين سطح عدم توافق يفصل بين صخور منفذة وصخور غير منفذة . يؤدي هذا الوضع لإصطيد النفط في الصخور المنفذة ، تكون المصيدة في الطبقات التي تعلو سطح عدم التوافق إذا كانت هي الصخور المنفذة أو في تلك التي تكون في أسفله كما موضح في الشكل ( ١٠ ) .

### رابعاً : المصائد الهيدرو ديناميكية

تلعب الحركة الهيدرو ديناميكية ( قوة الماء ) دوراً أساسياً في منع النفط من التحرك في اتجاه أعلى الميل . يعترض الماء المتحرك هيدرو ديناميكية في اتجاه أسفل ميل النفط الصاعد إلى أعلى عندما تكون القوة الهيدرو ديناميكية للماء أكبر من القوة الناتجة من تعويمية (Bouyancy) قطرات النفط وبذلك يمنع الماء تحركه إلى أعلى مما يؤدي إلى إصطياده وبقائه في المصيدة دون الحاجة لوجود حاجز غير منفذ ، شكل ( ١١ ) .



● شكل ( ١٠ ) مصيدة طبقية مصاحبة لسطح عدم توافق ( عن السياب وعبد الحميد ١٩٧٩ ) .



● شكل ( ٩ ) مصائد طبقية ( رسوبية - ترقيق ورسوبية - شعب مرجانية ) .

herm) والمستطيلة التي يبلغ طولها مئات الأميال وعرضها بضعة أميال من أمثلتها حقل كركوك بشمال العراق .

● مصائد القنوات (Channels) : وهي عبارة عن وسط بيني لنقل الرمال على شكل قنوات طويلة وضعيفة وتتمتع بمسامية منفذة يتم إصطياد النفط والغاز فيها .

● مصائد الحواجز (Barrier Bar traps) : وهي أجسام رملية تتكون من الرمل أو من الزلط أو الحصى وتظهر غالباً بشكل جزيرة في الشاطئ . وتمثل الحواجز نوعاً ممتازاً من المكامن لأن رمالها نظيفة وجيدة التصنيف (Well-Sorted) ، وقد تتواجد حواجز متكونة من الرمل مطوقة بطين صفحي بحري أو طين صفحي من بحيرات شاطئية مكونة مصائد نفطية .

### (ب) المصائد البينتكوينية

تلعب العمليات البينتكوينية دوراً فعالاً في ترقيع صخور المكمن أو تدميرها ، ومن أمثلة ذلك دور السوائل في إذابة صخور المكمن لتكسبها مسامية ثانوية ، من جانب آخر تسبب المحاليل الغنية بالمعادن في عملية السممنة (Cmentation) التي تؤدي إلى تدمير مسامية صخور الخزان .

تتسبب العمليات البينتكوينية في تكوين مصيدة نفطية إذا اعترض نطاق مسمنت طريق نفط أو غاز يتحرك إلى أعلى في طبقة منفذة ، وفي المقابل يمكن إصطياد النفط



# التنقيب عن النفط

للمصائد الخاوية أو أنها لم تمر عليها ، أو لعدم توفر صخور المصدر في المكان الذي توجد فيه المصائد .

## صخور السقف

بما أن للنفط نزعة التحرك إلى أعلى فإن توفر سمك كاف من الطبقات المنفذة تعلق المصيدة غير كاف لمنع النفط من الهروب إلى سطح الأرض وحفظه من الضياع ، وعليه فإنه لا بد من وجود طبقة حابسة تمنعه من الهروب ، وهذه الطبقة لا تقل أهمية عن وجود صخر المكن . وقد أطلقت أسماء عدة على مثل هذه الصخور منها صخر الغطاء وصخر السقف والمحبس . وهناك رأي يقول بأن يطلق مصطلح صخور الغطاء على تلك التي تغطي القباب الملحية . ولنع تسرب النفط جانبياً يجب أن يأخذ المكن شكلاً تركيبياً مناسباً كالطية المحدبة أو القبة ، أو طبقياً بتغير في درجة مسامية ونفاذية الصخر أو وجود ماء الحواف .

تمثل الصخور اللدنة أجود صخور السقف ومن أنواعها مايلي :-

### ١- صخور الطين الصفحي

وهي صخور رسوبية مترققة تتكون بشكل كبير من جسيمات طينية ، وتشكل هذه الصخور سقفاً لمعظم الصخور المكنية الرملية لأكثر من ٦٠٪ من حقول النفط العملاقة .

### ٢- رواسب البحر

وهي رواسب محاليل سابقة ترسبت نتيجة لتبخر متركز أو تام التركيز للمواد الذائبة ، ومن هذه الرواسب الجبس والأنهيدريت والهاليت ( ملح الطعام ) .. إلخ . وعادة ما تكون هذه الصخور سقفاً لصخور المكن الجيرية ، وتمثل هذه الرواسب صخور المكن لحوالي ٢٥٪ من حقول النفط العملاقة .

### ٣- صخور السمينة وتغير السمينة

وتتكون عندما تتعرض صخور المكن إلى عملية السمينة ، أو عندما تتغير سميتها إلى سمينة طينية حيث يؤدي مثل هذا الوضع إلى تكون حافة نفاذية تفصل صخرين مختلفين . يكثر مثل هذا النوع من صخور السقف في صخور المكن الفتاتية ويقل في الصخور الجيرية .

عملية البحث والتنقيب عن النفط ليست بالأمر السهل أو اليسير ذلك أنها تتطلب جهداً كبيراً وإستثمارات مادية ضخمة ، وتتمثل صعوبة التنقيب عن النفط في أن البحث عنه يتم بطرق غير مباشرة تشمل البحث عن تراكيب جيولوجية معينة مناسبة لتجمعه أو شواهد تشير إلى تواجده في القطاع الطبقي ، ثم البحث عن صخور ذات مسامية ونفاذية جيدة يتحرك خلالها النفط المتكون ، ثم إختبار هذه الشواهد بالحفر لمعرفة تواجد النفط من عدمه .

الصخور وإمتدادها السطحي ودراسة الظواهر التكتونية والشواهد السطحية . ويتم ذلك عن طريق العمليات الآتية :-

### ١ - الإستشعار عن بعد

تستخدم معلومات الإستشعار عن بعد في الكشف عن النفط من خلال عمليات التصوير الجوي والطيفي والراداري وذلك على النحو التالي :-

( ١ ) التصوير الجوي : تعد هذه الطريقة أول وسائل الإستشعار عن بعد

وتهدف المراحل الأولى من التنقيب عن النفط إلى تحديد المناطق المؤهلة لوجوده والتي تتركز في تحديد الأحواض الرسوبية والتراكيب الجيولوجية في هذه الأحواض وإتجاهاتها ، ويمر التنقيب عن النفط بعدة مراحل أهمها :-

## المسح الجيولوجي

يتعلق المسح الجيولوجي بتحديد العناصر الجيولوجية الرئيسية وأنواع



أو على شكل عيون بترولية متراكمة ، أو تسربات بسيطة من الصخور المسامية السطحية المتشققة ، و يمكن ملاحظة هذه الأشكال في الصور الجوية حيث تتميز الأغشية البترولية الموجودة فوق سطح الماء بلمعان خاص ، أما الرشوحات البترولية الموجودة على اليابسة فتتميز بلونها الغامق . وقد يتجمع البترول الأسفلتي الثقيل على شكل سائل قاري من الطبقات الرملية الواقعة في الأجزاء القبوية من الطيات المتأكلة . ومن أشهر الرشوحات البترولية السطحية منخفض كورا بالاتحاد السوفيتي السابق حيث تم تسجيل المئات من مخارج البترول والغاز ، وكذلك منخفض كولخيدا في غرب جورجيا ، جنوب غرب جزيرة ترينيداد حيث توجد بحيرة من القار مرتبطة بمنخفض قطره حوالي ٦٠٠ متر وعمقه أكثر من ٤٠ متراً ، وكلما أخذ من الأسفلت الموجود بها تصاعد إليها كميات أخرى ببطء .

وقد تخرج المواد الأسفلتية على شكل تجمعات لدنة وأغشية رقيقة فوق الصخور أو على شكل كتل غير منتظمة الشكل ، ومن أمثلة ذلك ما يوجد في إقليم بوريسلان غرب أوكرانيا ، ويمكن أن تغطي هذه المواضع وغيرها من المواضع التي يظهر فيها البترول - ولوبيكميات قليلة وأثار ضئيلة على سطح الأرض - مؤشرات لتواجد البترول في هذه المنطقة .

### المسح الجيوفيزيائي

علم الجيوفيزياء هو دراسة الأرض باستخدام القياسات الفيزيائية المختلفة عند سطحها ، وتفسيرها للحصول على المعلومات المفيدة عن تركيب وتكوين الأرض . وفي مجال البحث والتنقيب عن النفط يستخدم المسح الجيوفيزيائي (Geophysical survey) في البحث عن تراكيب جيولوجية قد تكون مصائد لتجمعات النفط ، كما أنه مع تقدم التقنية وإتساع عمليات البحث والتنقيب عن الثروات الطبيعية أصبح هذا المسح يمثل المرحلة الأولى التي يمكن إجراؤها فوق مختلف المناطق خاصة المناطق

في المناطق الإستوائية المغطاة بالسحب ، وبهذه الطريقة يمكن تمييز العناصر التركيبية الرئيسية مثل أحزمة الطيات (Fold Belts) والمرتفعات (Uplifts) والأحواض (Basins) ، وعند تحديد الوحدات التكتونية الرئيسية يمكن تحديد الأحواض الرسوبية كمناطق أكثر أملاً للتنقيب عن النفط ، وبناءً على هذه المعطيات يمكن تركيز مواقع المسوحات الجيوفيزيائية اللاحقة . كما أن الظواهر الخطية تساعد في تحديد الظواهر التكتونية السطحية وتحت السطحية والتي تعد هدفاً رئيساً للتنقيب عن النفط .

### ٢ - الجيولوجيا الحقلية

تستخدم الجيولوجيا الحقلية في الأماكن التي يسهل الوصول إليها وتكون الصخور الأرضية ذات مكشف ظاهر (Outcrop) ، ويتم الإستعانة بالصور الجوية والمعلومات الأخرى عن منطقة الدراسة ، ويلى ذلك رسم خريطة جيولوجية للمنطقة توضح أهم الظواهر الجيولوجية من حيث : التراكيب ، نوعية الصخور ، أعمارها المختلفة ، التضاريس ، حدود التكوينات الجيولوجية ، اتجاه ميل الطبقات ، اتجاهات الفوالق ، أماكن الأودية ، الطيات المكدبة والمقعرة . ومن المفيد أيضاً رسم خرائط وقطاعات عرضية لإمتداد الصخور الظاهرة على السطح وتحت السطح وجمع عينات صخرية لتحليلها ودراسة تركيبها الصخري والتأكد مما بها من معادن معتمة أو شواهد بترولية ، وبناءً على تلك المعلومات يمكن تحديد الأحواض الرسوبية في المنطقة لإجراء المزيد من أعمال التقييم واستخدام طرق إستكشافية أخرى إذا كانت النتائج التي تم الحصول عليها مشجعة وتظهر شواهد على إمكان وجود النفط في منطقة الدراسة .

### ٣ - البحث عن الرشوحات

عندما يتسرب النفط السائل إلى السطح فإنه يكون على شكل أغشية أو طبقات بترولية رقيقة فوق سطح الماء (كالعيون ، البحيرات ، الأنهار ، البحار ، المحيطات)

المستخدمة في الكشف عن النفط ، وقد استخدمت منذ عام ١٩٤٠م لوضع الخرائط الجيولوجية وتحديد طبيعة الصخور والظواهر التركيبية .

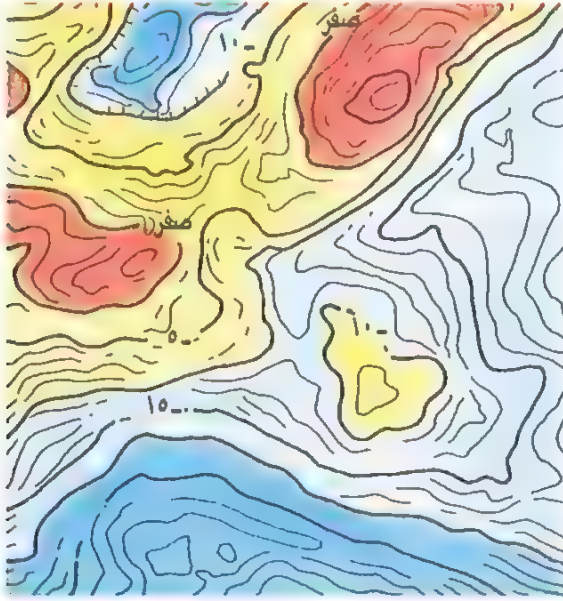
(ب) التصوير الطيفي : يشمل ذلك صور الأقمار الصناعية متعددة الأطياف ومنها صور سلسلة لاندسات التي أطلق أولها عام ١٩٧٢م ضمن برنامج تقنية الأقمار الصناعية لدراسة ثروات الأرض وتساعد هذه الصور في تحديد مناطق الإستكشاف عن طريق :-

- تحديد مناطق تسرب النفط إلى السطح .
- تحديد العديد من الظواهر التركيبية مثل الصدوع والطيات وغيرها .
- إعطاء تفاصيل عن بعض التراكيب التي قد تكون هدفاً للتنقيب عن النفط .
- الحصول على معلومات كثيرة عن الظواهر الخطية ( Linear Features ) التي تعكس بعض الظواهر تحت السطحية والتاريخ التركيبي لمنطقة الدراسة .
- إعطاء تصور إقليمي عام عن منطقة الإستكشاف .

ومن أمثلة استخدام التصوير الطيفي في التنقيب عن النفط ، الدراسة التي تمت بإستخدام صور لاندسات لحوض أناداركو (Anadarko Basin) الممتد بين ولاية أوكلاهوما وتكساس في الولايات المتحدة الأمريكية والتي نتج عنها تحديد ٧٦ تركيباً مغلقاً يمثل ٥٩ منها حقولاً منتجة و ١١ تمثل تراكيب غير منتجة ، بينما لا تتطابق ٦ منها مع الواقع ، كذلك تم إستخدام صور لاندسات في التعرف على مناطق وجود ١٥ حقلاً نفطياً في العالم منها خمسة حقول في الوطن العربي هي : حقل الغوار في المملكة العربية السعودية وحقل برقان في الكويت وحقل بوزرغان في العراق وحقل المسلة في ليبيا وحقل البرمة في تونس .

(ج) التصوير الراداري : تقوم أنظمة التصوير الراداري المحمولة بالأقمار الصناعية بإجراء المسوحات ليلاً ونهاراً دون الإعتماد على ضوء النهار أو وجود السحاب ، لذلك فهي تستعمل بشكل واسع





● شكل (٢) خريطة للشذات الثقالية .

المؤهلة لتواجد النفط ، وخير مثال على ذلك ما قامت بإكتشافه شركة أرامكو السعودية لحقول بترولية جديدة في كل من الحوطة والدلم عام ١٩٨٩ م ، والرغيب والنعيم والحلوة والهزيمة والغينة في المنطقة الوسطى عام ١٩٩٠ م ، وفي منطقة مدين على الساحل الشمالي للبحر الأحمر عام ١٩٩٢ م .

## ٢ - الطريقة الثقالية

تعتمد هذه الطريقة على جذب صخور الأرض للأجسام والكتل فوق سطحها وتختلف قوى الجذب من مكان لآخر تبعاً لاختلاف كثافات الصخور المكونة لما تحت السطح ، لأن الجاذبية تتناسب طردياً مع محصلة الكتل المتجاذبة وعكسياً مع مربع المسافة بينهما .

يمكن قياس التغير في شدة الجاذبية من مكان لآخر بإستخدام أجهزة ذات حساسية كبيرة تسمى الجرافيمترات (Gravimeters)، ويمكن بواسطتها قياس الشذات الثقالية ( الحيدود عن القيمة النظرية للتثاقلية عند نقطة القياس ) وبالتالي رسم خريطة للشذات أو التغيرات الثقالية في منطقة البحث تعتمد على الاختلافات الجانبية في كثافة المواد الأرضية بجوار نقطة القياس ، شكل (٢) ، ويستدل من هذه الخرائط على مناطق الشذوذ في طبقات القشرة الأرضية

ومن الطائفة ، ومن السفن . وقد تم حديثاً إستخدام الأقمار الصناعية مع الطائرات لإجراء عمليات مسح الأماكن التي يصعب الوصول إليها بالطرق البرية . ويمكن رسم خرائط كنتورية للتغيرات أو الشذات ( Anomalies ) في شدة المغناطيسية من مكان لآخر ، شكل (١) ، وبإجراء بعض التفسيرات الكيفية والكمية لهذه الخرائط يمكن منها الحصول على المعلومات الآتية :-

- تحديد أهم الإتجاهات التركيبية الأساس في المنطقة ، وبالتالي معرفة القوى التكتونية المؤثرة في صخور القاعدة .
- تحديد التراكيب الجيولوجية تحت السطحية وبالتالي معرفة أماكن الطيات والصدوع في القشرة الأرضية التي تلائم تجمعات البترول في ظروف خاصة .
- حساب أعماق صخور القاعدة والتي بواسطتها يمكن تعيين سمك وإمتداد أحواض الترسيب حيث أن صخور القاعدة هي الأساس التي تتراكم عليه الصخور الرسوبية .

- معرفة إندساسات الصخور النارية البازلتية المتداخلة بين الطبقات الرسوبية .

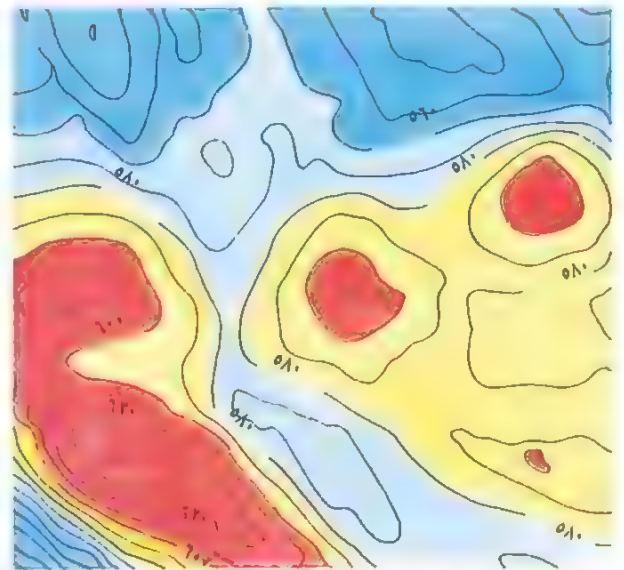
وقد تم حديثاً إستخدام تقنية المسح المغناطيسي لرسم صورة من التاريخ الجيولوجي للمناطق المترامية الأطراف في المملكة العربية السعودية كوسيلة تمهيدية فعالة للتنقيب عن النفط مما ساعد فرق المسح الزلزالي على تقييم المناطق

صعبة التضاريس كالمناطق البحرية والصحاري الجليدية والأراضي المغطاة بالحلم البركانية . وقد إستخدم المسح الجيوفيزيائي قديماً - عام ١٦٠٠ م - في الكشف عن أماكن وجود المعادن الحديدية بواسطة البوصلة المغناطيسية ، وكان له الدور الرئيس - بعد الله - في الكشف الأول عن النفط سنة ١٩٢٤ م .

تستخدم عدة طرق في المسوحات الجيوفيزيائية التي تجرى على الأماكن المطلوب البحث فيها عن النفط ومنها ما يلي :-

## ١ - الطريقة المغناطيسية

يسجل المسح المغناطيسي قيمة التغير في شدة المجال المغناطيسي للأرض من مكان لآخر والذي يرجع إلى التغيرات الطبوغرافية لسطح صخور القاعدة أو التأثرية المغناطيسية ( Magnetic Susceptibility ) المصاحبة لصخور القاعدة ، أو من المتداخلات النارية ، أو وجود خام معدني يتميز بتأثرية مغناطيسية أكبر أو أقل من الصخور المحيطة به . وتقاس قيمة هذا التغير بواسطة أجهزة حساسة تسمى مغناطومترات ( Magnetometers ) تعتمد على قياس قيمة انحراف الإبرة المغناطيسية الموجودة بها عن إتجاه الزوال المغناطيسي ، ويمكن عمل مسح مغناطيسي على الأرض ،



● شكل (١) خريطة للشذات المغناطيسية .

استخدمت طريقة تسجيل الإنكسارات (Refraction Method) ، بكثرة في عمليات البحث عن القباب الملحية حتى عام ١٩٣٠م قبل استخدام الطريقة الانعكاسية في تحديد جوانب قباب الملح التي عادة ما تتواجد على جنباتها مكامن البترول ، وعلى الرغم من أن هذه الطريقة لا تعطي معلومات كثيرة أو دقيقة للشكل التركيبي للصخور مثل طريقة الإنعكاس إلا أنها تعطي معلومات عن سرعة انتشار الموجات في طبقات الإنكسار تسمح بتعيين موضع وعمق طبقات صخرية أو تكوينات جيولوجية معينة تنتقل فيها الموجات الصوتية بسرعة عالية مثل صخور القاعدة أو الحجر الجيري أو الملح الصخري ، حيث يختلف معدل انتشار الموجات السيزمية من ٥٥٠٠ قدم/ثانية في الرواسب الفتاتية العادية إلى أكثر من ٢٣٠٠٠ قدم/ثانية في بعض الصخور النارية الجوفية ، وبذلك يمكن استخدام هذه الطريقة في تحديد عمق وشكل حوض رسوبي برسم خريطة لسطح صخور القاعدة التي تتراكم عليها الصخور الرسوبية .

وتختلف طريقة الإنعكاس عن طريقة الإنكسار في كيفية وضع أجهزة التسجيل ففي طريقة الإنعكاس توضع الأجهزة على مسافة قصيرة من نقطة التفجير مقارنة بعمق السطح العاكس ، بينما في طريقة الإنكسار تكون المسافة بين أجهزة التسجيل ونقطة التفجير كبيرة مقارنة بعمق المستوى المطلوب تحديده .

الموجات عن طريقة تفجير ديناميت أو صدمة آلية أو هزة وإستقبالها في الوقت نفسه بواسطة أجهزة حساسة تسمى لاقطات الموجات أو جيوفونات (Geophones) ، شكل (٤) . ويمكن إجراء المسح السيزمي بإحدى طريقتين هما :-

(١) طريقة تسجيل الإنعكاسات : تعد طريقة تسجيل الإنعكاسات (Reflection Method) ، الأكثر شيوعاً في التنقيب عن النفط حيث تستخدم لرسم خرائط جيولوجية للتركييب والطبقات الصخرية الموجودة تحت سطح الأرض ، وفي هذه الطريقة تقوم الجيوفونات بتسجيل الموجات المنعكسة من السطوح الفاصلة بين الطبقات الصخرية المختلفة نظراً لاختلاف كثافتها . ومن هذه الطريقة يمكننا معرفة الآتي:-

● الظواهر التركيبية الموجودة تحت سطح الأرض مثل الطيات المحدبة ، الفوالق ، القباب الملحية والشعب المرجانية المؤمل وجود تجمعات النفط والغاز فيها .

● خصائص الصخور مثل الكثافة ، المسامية ... الخ

● عمق السطوح الفاصلة «العاكسة» وذلك بقياس الأزمنة اللازمة لانتقال الموجات السيزمية من السطوح العاكسة وإليها ، وأيضاً بقياس سرعة الموجات التي يمكن الحصول عليها من الإشارات المنعكسة .

● التعرف على بيئة الترسيب .

( ب ) طريقة تسجيل الإنكسارات :

التي ترجع إلى تراكيب جيولوجية معينة مثل الطيات والفوالق ، أو تداخل صخور القاعدة ذات الكثافة العالية في صخور رسوبية ذات كثافة أقل ، أو التكوينات الداخلية للصخور ، ويستفاد من الطريقة التفاضلية في الحصول على المعلومات الآتية :-

● تعيين الحدود الفاصلة بين الكتل الصخرية ذات الكثافات المختلفة .

● تحديد الأحواض الرسوبية ، إمتدادها ، سمكها ، لأن صخور القاعدة تتميز بكثافة أعلى من كثافة الطبقات المترسبة فوقها .

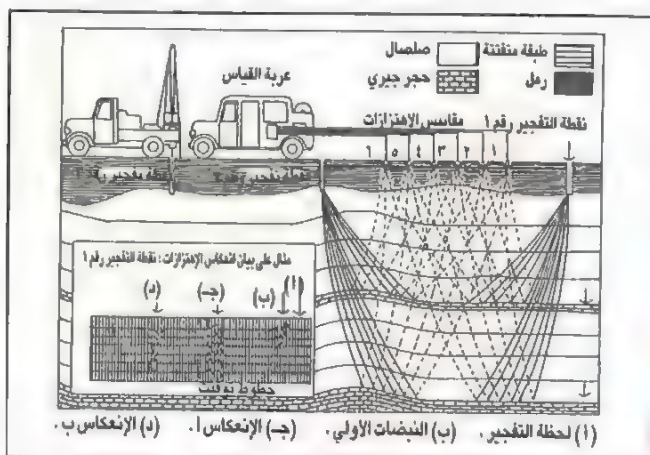
● تحديد أماكن القباب الملحية (Salt Domes) وذلك لأن الملح له كثافة أقل من كثافة التكوينات المحيطة به .

● تحديد أماكن شعاب الحجر الجيري (Limestone Reefs) وذلك لوجود تفاوت في الكثافة بينها وبين الطبقات الرسوبية الموجودة حولها ، وتعد الشعاب وقباب الملح الهدف الأول للإستكشاف بهذه الطريقة .

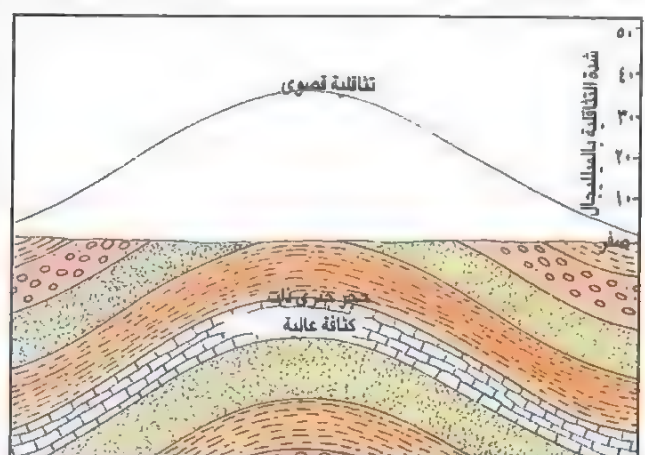
● تحديد أماكن الطيات المحدبة ، لأنه عندما تكون الطبقات الأعلى كثافة مقوسة إلى أعلى في تركيب مرتفع مثل الطية المحدبة ، فإن شدة الجاذبية تكون فوق محور التركيب أكبر منه على الجوانب ، شكل (٣) .

### ٣- الطريقة السيزمية (الزلزالية)

التسجيلات السيزمية عبارة عن قياسات سطحية لموجات مرسلية إلى داخل الأرض تنعكس أو تنكسر على الحدود الصخرية المختلفة ، ويمكن توليد هذه



● شكل (٤) المسح الجيوفيزيائي بالطريقة السيزمية (الفقي - ١٩٨٩) .



● شكل (٣) تحديد الطية المحدبة باستخدام المسح التفاضلي .



بوجود تراكمت بترولية أو غازية في الأعماق ، غير أن عدم وجود الآثار الغازية أو النفطية على سطح الأرض لا يعنى عدم وجود مكامن ، حيث أنها تكون محاطة عادة بصخور صماء لا تسمح بنفوذ الغاز منها أو تسرب قطرات البترول خلالها . وتهدف الدراسات الجيوكيميائية إلى إنجاز الأهداف التالية :-

- تقدير كميات البترول الناتجة عن تحليل المواد العضوية الموجودة في هذه الطبقات .
- تحديد الطبقات الصخرية القادرة على توليد البترول .
- تحديد أنواع الهيدروكربونات الموجودة سواء أكانت نفطاً أم غازاً أم مكثفات .
- تحديد الصخور المحتوية على تجمعات البترول المكتشفة .
- وتتطلب الدراسات الجيوكيميائية إجراء تحاليل ودراسات سطحية وتحت سطحية وذلك كما يلي :-

#### ١- الدراسات السطحية

- وتشتمل على ما يلي :-
- قياس كمية الغازات الممتصة على حبيبات التربة أو حبيبات الصخور تحت السطحية وقياس كمية الإستشعاع (Fluorescence) الصادر من التربة وتحليلها لمعرفة أنواع البكتيريا التي تعيش وتنمو مع أنواع من الهيدروكربونات .
- المسح بطريقة الوميض الإشعاعي (Radioactive Scintillometer) وهي التي تعتمد على هجرة الهيدروكربونات من المكن إلى أعلى بواسطة الضغط ، وقد أثبتت هذه الطريقة نجاحها تحت الماء .

#### ٢- الدراسات تحت السطحية

- وتشتمل على ما يلي :-
- تحديد كمية الكربون العضوي في الصخور لمعرفة قدرتها على توليد النفط حيث أنه كلما زادت نسبة الكربون في الصخر زادت قدرته على توليد النفط ، وتتراوح نسبة الكربون في الصخور المولدة للحقول العملاقة ما بين ٢ إلى ١٠٪ .
- التحليل الغازي لسائل الحفر

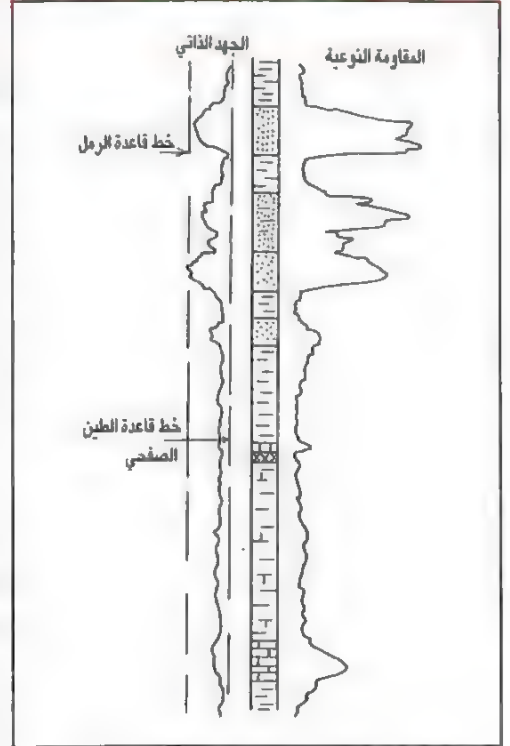
التسجيلات على معلومات كثيرة ، منها قياس المقاومة النوعية الحقيقية للصخور والمنطقة تدفق السائل ، ومنها أيضاً تعيين الطبقات المنقذة للسوائل والأسطح التي تحددها .

(ب) تسجيلات إشعاعية : مثل تسجيلات أشعة جاما (Gama Ray) وتسجيلات النيوترونات (Neutrons) ، وتعتمد على قياس التغير الذي يحدث للأشعة الصادرة من مصدر إشعاعي أثناء اختراقها للطبقات تحت السطحية في البئر ، ويستخدم في ذلك مصدر لإشعاع النيوترونات مع مستقبل للإشعاع المنطلق من الصخور يتم إنزالهما في البئر عن طريق كابل (Cable) حيث يتم قياس درجة إمتصاص النيوترونات بواسطة أيونات الهيدروجين الموجودة في الماء أو النفط أو الغاز ، وتمدنا هذه التسجيلات بمعلومات هامة مثل تعيين مسامية الصخور والتعرف على السحنة الصخرية (Facies) للطبقات تحت السطحية ومدى احتوائها على سوائل ونوعية هذه السوائل ، وتحديد طبقات الطفل وتواجد الغازات الطبيعية ، وتعيين وتقييم رواسب المعادن المشعة تحت السطح .

(ج) تسجيلات الإنتشار الصوتي : تعتمد هذه الطريقة على قياس سرعة إنتشار الموجات الصوتية في الطبقات تحت السطحية وذلك بإستقبال المنعكس منها والمنكسر على أسطح تلك الطبقات . ومن أهم إستخداماتها قياس مسلمية الصخور تحت السطحية .

#### الدراسات الجيوكيميائية

تتم هذه الدراسة أثناء أو تلي مرحلة الحفر الأولى وتعد إحدى الطرق المباشرة للبحث عن النفط ، وتعتمد الدراسات الجيوكيميائية على إفتراس هجرة بعض الهيدروكربونات من مكن للبترول أو الغاز الطبيعي ذات ضغط مرتفع وتحركها رأسياً إلى سطح الأرض ، ويرتبط هذا التسرب

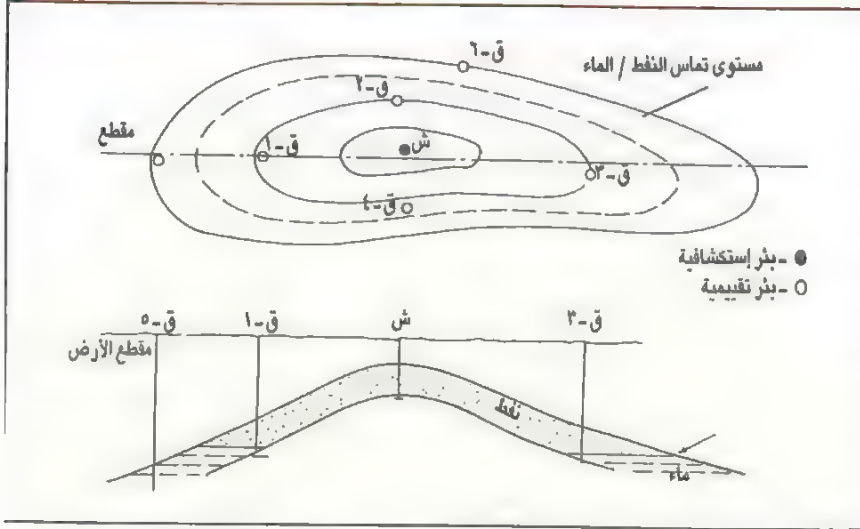


● شكل (٥) تسجيلات كهربائية لبئر (السياب وعبد الحميد - ١٩٧٩) .

#### ٤- طريقة تسجيلات الآبار

تعد تسجيلات الآبار (Well Logging) من الأساليب الناجحة - أثناء أو بعد عملية الحفر - لدراسة الخصائص الفيزيائية المختلفة للطبقات تحت السطحية ، ويتم ذلك بإنزال أجهزة القياس والرصد في البئر بعد تبطينها (Casing) ، ومن أهم هذه التسجيلات ما يلي :-

(١) تسجيلات كهربائية : وهي تشمل العديد من الأنواع تبعاً للخاصية الكهربائية المقاسة في البئر ، ومن أمثلة ذلك قياس المقاومة النوعية (Resistivity) والجهد الذاتي (Self Potential) والتأثيرية (Induction) ويستخدم في ذلك أقطاب كهربائية متصلة بمصدر تيار كهربائي بواسطة أسلاك في أجهزة مدلاة في البئر ثم أقطاب إستقبال لقياس الجهد الناشئ أثناء مرور التيار الكهربائي في الطبقات تحت السطحية . وتسجل القراءات الناتجة على هيئة منحنيات تعتمد في شدتها وإتساعها على التغير الرأسى في الطبقات وعلى سمكها ، شكل (٥) . ويمكن الحصول من هذه



● شكل (٦) مواقع الآبار الاستكشافية والتقييمية (الفقي - ١٩٨٩م) .

حفرها في المناطق التي يتم التأكد من احتوائها على النفط والغاز بمقياس إقتصادي بهدف تحديد أبعاد الحقل وجمع البيانات اللازمة لوضع مشروع تنميته، شكل (٦)، ويتم اختيار موقع البئر الاستكشافية بناءً على المعلومات التي تم الحصول عليها من طرق الاستكشاف الجيولوجية والجيوفيزيائية والدراسات الجيوكيميائية، وتحفر البئر الاستكشافية الأولى عادة على قمة التركيب المراد استكشافه أو على الموقع المناسب الذي يتوقع أن يحقق أكبر إنتاج ممكن. وإذا تم العثور على نفط في البئر الاستكشافية فهي بئر مكتشفة، أما إذا لم يوجد بها نفط فهي بئر جافة، والبئر المكتشفة إما أن تحتوي على نفط أو غاز أو مكثفات.

وهناك أنواع أخرى من الآبار مثل الآبار التطويرية التي تحفر لتطوير الحقل المكتشف، وآبار الحقن لتعزيز الضغط في المكامن.

وبإنتهاء كل المراحل السابقة من استكشاف وحفر وتوضع النتائج كلها لتقييمها ورسم العديد من الخرائط والقطاعات لتحديد أفضل الوسائل لتنمية أو استغلال الحقل بعد معرف الإحتياطي المخزون من النفط والغاز، وتبدأ عندئذ مرحلة الإنتاج.

وتحفر في الأماكن الملائمة لتراكم الزيت أو الغاز وذلك بهدف دراسة التركيب الجيولوجي والظروف الهيدروجيولوجية التي ترسبت فيها الطبقات الصخرية المكونة للقشرة الأرضية، وقد حققت هذه النوعية من الآبار نجاحاً كبيراً في معظم دول العالم حيث تم بوساطتها إكتشاف عدة مكامن بترولية وغازية.

**٢- الآبار البارامترية :** تختص هذه الآبار بإجراء دراسة أكثر تفصيلاً عن التركيب الجيولوجي والجيوفيزيائي للصخور الموجودة في القطاع الذي يتم الحفر فيه، كما تختص أيضاً بتحديد أكثر المناطق ملائمة لإجراء البحوث الاستكشافية.

**٣- الآبار التركيبية :** تستخدم لدراسة التراكيب التي يتم الكشف عنها عند حفر الآبار القاعدية أو البارامترية دراسة شاملة وإعداد مشروع الحفر الاستكشافي لها.

**٤- آبار البحث :** تحفر في الحقول المكتشفة فعلاً، وذلك لإستكشاف مكامن جديدة للبترول والغاز الطبيعي، كما تحفر هذه الآبار في المناطق التي يتم تحديدها نتيجة حفر الآبار السابقة وذلك بهدف إستكشاف حقول نفطية جديدة.

**٥- آبار الإستكشاف والتقييم :** ويتم

وفتاته (Mud and Cuttings) حيث وجد أن الرواسب القريبية جداً من تجمع نقطي تعطي كمية غازات أكبر مما لو كانت بعيدة عنه .

● السُحنة الحرارية (Temperature Facies) حيث وجد أن مادة الكيروجين (Kerogene) في الطفل الصفحي يتغير لونها من الأصفر إلى البني البرتقالي ثم إلى الأسود مع زيادة درجة الحرارة، وعليه فإن وجود هذا التغير اللوني مع الحرارة يشير إلى دلائل وجود نفط وغاز .

● قياس النفط والغاز في الفتات القادم من البئر لتحديد المنطقة التي تولد فيها النفط تحت السطح وتلك التي سينفصل فيها الغاز المبلل .

● تحليل الهيدروكربونات الثقيلة في كاشف الطبقات والنماذج الإسطوانية لتحديد نوعية الصخر سواء أ كان صخراً مصدرية (Source Rock) للغاز أم النفط أم كلاهما، أو إذا كان لا يولدهما .

تساعد الدراسات السطحية وتحت السطحية على تقييم حوض الترسيب الموجود في منطقة البحث، وتمكننا مرحلة المسح الجيوكيميائي مع المراحل السابقة من رسم صورة واضحة عن احتمالات تواجد التجمعات النفطية والغازية، وعمق الصخور المولدة والخازنة والحابسة، ونوعية المصائد، وإتجاه ومقدار ميل الطبقات المختلفة، ويستفاد من هذه المعلومات بطريقة مباشرة في اختيار مكان الحفر .

## الحفر

الحفر (Drilling) هو الطريقة المباشرة والمثل لمعرفة ما إذا كانت المنطقة تحتوي على أية دلائل هيدروكربونية أم لا. وتختلف الآبار التي يتم حفرها أثناء عمليات التنقيب باختلاف الغرض منها وذلك كما يلي :-

**١- الآبار القاعدية :** ويتم حفرها في المناطق غير المدروسة بوساطة الحفر العميق





# قصة النفط في

د. عبد العزيز العبدون

أنعم الله على شبه الجزيرة العربية بنعم لا حصر لها ، نعم ظاهرة وأخرى باطنة. فهي مهبط الرسالات وأرض المقدسات وسادت فيها أقدم الحضارات. ومن الناحية الجيولوجية هيا الله لها من الظروف — عبر مئات الملايين من السنين — ما جعل منها مستودعاً لنفائس وكنوز وثروات إحتوتها جبالها وغطتها كثبانها وتخللت مسام صخورها ثروات إستغلتها البشرية منذ قديم الزمن ولا زالت تستمتع بها .

فيها ، شكل (٢) .

يجد النفط طريقه إلى الصخور ذات المسامية والنفاذية التي تسمح بحركته

بصخور الدرع العربي .

قدر احتياطي النفط والغاز الطبيعي في الصفيحة العربية لعام ١٩٩١م بأكثر من

كانت جبال الحجاز — ولا زالت — مقال لأحجار كريمة ومعادن ثمينة . إستخرج الأقدمون الكثير منها وبقي الأكثر . وفي جوف شبه الجزيرة وتحت قفارها وكثبانها تكون النفط وتجمع وظل فيها حبساً لملايين السنين حتى سخر الله من أسباب العلم ما سهّل الوصول إليه وإعتاقه من مكمنه .

## نفط الشرق الأوسط

تختزن الصخور الرسوبية في المنطقة المعروفة سياسياً بالشرق الأوسط و جيولوجياً بالصفيحة العربية كميات هائلة من النفط والغاز الطبيعي ، وتتكون الصفيحة العربية من منطقتين رئيسيتين ، شكل (١) ، هما : **الدرع العربي** : ويتكون من صخور نارية ومتحولة ورسوبية قديمة ويقع في غرب الجزيرة العربية ، **وحوض الترسيب العربي الكبير** ويتكون من صخور رسوبية ويعرف أيضاً بالرصيف العربي ويحيط

٦٦٢ بليون برميل نفط وحوالي ١٣٢٥ تريليون قدم مكعب من الغاز ، أي مايقرب من ٦٥٪ من إحتياطي النفط وحوالي ٢٢٪ من إحتياطي الغاز في العالم .

تمثل رشوحات النفط أو آثاره على سطح الأرض على الدلائل على وجوده في باطنها وقد إشتهرت المنطقة ومنذ قديم الزمن بإنتشار دلائل وجود النفط



● شكل (١) الصفيحة العربية وحوض الترسيب العربي الكبير ومنطقة حقول النفط الرئيسية .



● شكل (٢) منطقة حقول النفط الرئيسية في حوض الترسيب العربي الكبير .

الأرنولد هايم  
الذي مسح  
منطقة الإمتياز  
من الكويت  
مروراً بالمنطقة  
المحيطة ،  
وبمحاذاة  
الساحل حتى  
العقير ومنها إلى  
الهفوف. لم تكن  
نتائج هذا المسح  
مشجعة مما أدى  
إلى نكوص  
الشركة عن  
الإلتزام بما جاء  
في إتفاقية  
الإمتياز فأوقفت  
الشركة عمليات  
الإستكشاف

بغض النظر عن نوعية تلك الصخور أو  
ظروف تكوينها أو بيئات ترسيبها ، وتعد  
مكامن الصخور الجيرية التي ترسبت في  
بيئات بحرية وشاطئية ومرجانية المكامن  
الرئيسة لحقول النفط والغاز الطبيعي في  
حوض الترسيب العربي الكبير ، وتأتي  
مكامن الصخور الرملية التي ترسبت في  
بيئات ترسيب متنوعة بحرية وشاطئية  
وقارية ودلتاوية وجليدية وكثبانية في  
المرتبة الثانية من حيث الأهمية .

كما وأن النفط يتواجد في صخور  
مختلفة الأعمار الجيولوجية تمتد من أواخر  
حقبة الحياة القديمة (قبل حوالي ٥٩٠  
مليون سنة) إلى العصر الثلاثي (قبل حوالي  
٢٦ مليون سنة) وربما أحدث ، شكل (٣) .  
تعد الصخور الطينية والجيرية الغنية  
بالمواد العضوية والتي تتخلل الطبقات  
المسامية المصدر الرئيس لنفط المنطقة ، غير  
أن أسباب وظروف تكونه وتجمعه بهذه  
الكميات الهائلة في المنطقة لازال لغزاً يحير  
علماء الأرض .

### مراحل ملكية الشركة

بعد أن حصلت على الإمتياز أسست  
سوكال شركة جديدة أسمتها شركة نفط  
كاليفورنيا - العربية (كاسوك) وسجلتها في  
نفس العام في ولاية ديلوير في أمريكا،  
وأوكلت إليها مهمة إدارة العمليات الإدارية  
والنظرية لإمتياز النفط .

في عام ١٣٥٥ هـ (١٩٣٦م) أمتلك  
شركة تكساس (تكساكو حالياً) نصف  
شركة كاسوك التي تغير إسمها في عام  
١٣٦٣ هـ (١٩٤٤م) إلى شركة الزيت  
العربية الأمريكية (أرامكو). وفي عام  
١٩٤٨م أمتلك شركتان أخريان وهما  
شركة نفط ستاندرد نيو جيرسي (إكسون  
حالياً) وسوكوني فاكوم (موبيل حالياً) على  
حصص في أرامكو فكان توزيع حصص

وتهربت من دفع الإلتزامات المالية السنوية  
دون إشعار أو إعتذار، مما ترتب عليه إلغاء  
الإمتياز في عام ١٩٢٨ م .

### إمتياز سوكال

كانت شركة نفط ستاندر وكاليفورنيا  
(سوكال) قد حصلت على إمتياز التنقيب عن  
النفط في جزيرة البحرين في كانون أول  
(ديسمبر) ١٩٢٨ م ، وقامت بمحاولات  
جادة للحصول على إمتيازات النفط في  
المنطقة الشرقية من المملكة العربية  
السعودية حتى تحقق لها ذلك عندما وقع  
وزير المالية السعودي عبد الله بن سليمان  
رحمه الله ومحامي سوكال لويد هاملتون  
على إتفاقية الإمتياز في الرابع من شهر صفر  
لعام ١٣٥٢ هـ ٢٩ آيار (مايو) ١٩٣٢ م .

### أول إمتياز للنفط

بدأت قصة النفط في شرق الجزيرة  
العربية عندما تكلفت جهود البريطانيين  
فرانك هولمز ، ممثل الشركة الشرقية  
والعامه المحسودة بالإتصال بالملك  
عبد العزيز رحمه الله خلال إنعقاد مؤتمر  
العقير في شتاء عام ١٣٤١ هـ (١٩٢٢م)  
بغية الحصول منه على إمتيازات النفط  
والمعادن والملح في منطقة الأحساء . وفي عام  
١٣٤٢ هـ في السادس من آيار (مايو)  
١٩٢٣م نجحت تلك الجهود عندما حصل  
هولمز على أول إمتياز لإستكشاف النفط في  
الخليج وشرق الجزيرة العربية .

### أول دراسة جيولوجية

تعاقد هولمز مع الجيولوجي السويسري



متراً) إنطلق «المارد الأسود» من مكمنه، من طبقة جيوية تابعة للعصر الجوراسي أطلق عليها جيولوجياً اسم «متكون العرب» وأطلق على آبار الظهران اسم «حقل الدمام».

ومن الجدير ذكره أن جميع الآبار الإستكشافية في منطقة الشرق الأوسط حفر في مناطق ثبت وجود النفط فيها من خلال رشوحاته على سطح الأرض، فالحقول التي أكتشف فيها النفط لأول مرة في المنطقة - حقول مسجد سليمان في جنوب غرب إيران والنفطخانة (نقط الشاه) في منطقة خانقين على الحدود العراقية الإيرانية، وبابا كركر والقيارة في شمال العراق والعوالي في البحرين والبرقان في الكويت - جميعها أكتشفت بمساعدة دلائل سطحية على وجود النفط في هذه المناطق. أما في منطقة الظهران فإنه لم يكن هناك أي آثار على السطح لوجود النفط، وهذا ما يميز إكتشاف النفط في هذه المنطقة عن إكتشافه في المناطق الأخرى.

### الإنتاج والتصدير

لم يمر وقت طويل على إكتشاف النفط في منطقة الظهران حتى بدأ الإنتاج الأولي في ٢١ أغسطس ١٩٢٨م من بئر الدمام ٧ وبمعدل ١٣٥٤ برميلاً في اليوم.

وما أن تم إنشاء مرافق التصدير في ميناء رأس تنورة وتجهيزه لإستقبال ناقلات النفط الكبيرة وتوصيله بحقل الدمام بخط أنابيب قطرها ٢٥ سنتيمتراً وطولها ٦٩ كيلومتراً، حتى تم - وبإحتفال رسمي كبير - تصدير أول شحنة نفط إلى الأسواق العالمية على متن ناقلة النفط د.ج. سكوفيلد (D.G Skofield)، وذلك في

النفط والغاز، شكل (٤)، فهجرت البئر. إستمرت عمليات الحفر فبدأ حفر البئر الثانية التي لم تكن أسعد حظاً من الأولى، وإستمر حفر الآبار فحفرت الآبار ٣ و ٤ و ٥ و ٦ وجميعها في قبة الدمام (الظهران) وحفرت بئر أخرى في العلاء. لقد كانت سلسلة من الآبار المخيبة للآمال والتي لم يعثر فيها على النفط بكميات تجارية رغم بوادر وجوده. وأمام هذا الفشل المتتابع تقرر حفر بئر الدمام رقم ٧ وبدأ الحفر في السابع من كانون أول (ديسمبر) ١٩٣٦م في منطقة جبال أم الرؤوس. تعثر الحفر لأسباب فنية تقنية وتوقف تماماً.

### النفط في الطبقات الأعمق

إنه لغز جيولوجي محير، طبقة البحرين التابعة للعصر الكريتاسي مليئة بالنفط ويتدفق منها بغزارة في جزيرة البحرين القريبة ولكنها خاوية في الظهران!!، فبعد حفر عدد من الآبار ثبت للشركة أنه لاجدوى من السعي وراء البحث عن النفط في هذه الطبقة.

لم يعد هناك من أمل لإكتشاف النفط سوى الحفر لطبقات أعمق، وعليه فقد تقرر تعميق البئر رقم ٧. فتم في ١٦ تشرين الأول (أكتوبر) ١٩٣٧م إعادة الحفر في البئر وتعميقها، وما أن وصل الحفر إلى عمق ٣٦٠٠ قدم (١٠٩٧ متراً) حتى بدأت تبشير النفط والغاز تظهر، وبحلول آخر يوم من عام ١٩٣٧م إختقرت البئر طبقات تختزن كميات هائلة من النفط والغاز إندفعت بقوة فتهدم برج الحفر وإنفجرت البئر.

أصلحت البئر وواصل برج الحفر عمله في البئر رقم ٧، وفي الرابع من آذار (مارس) ١٩٣٨م وعند عمق ٤٧٢٧ قدماً (١٤٤١

الشركة وقتذاك كالآتي ٣٠٪ لكل من سوكال وتكساكو وإكسون و ١٠٪ لموبيل.

وبمرور الزمن تزايدت حصص الحكومة السعودية في الشركة وتناقصت حصص الشركات المساهمة في أرامكو حتى أعلن عن تأسيس شركة الزيت العربية السعودية (أرامكو السعودية) في شهر ربيع الآخر لعام ١٤٠٩ هـ - تشرين ثاني (نوفمبر) ١٩٨٨م لتتولى المهام الإدارية والتشغيلية للعمليات النفطية في المملكة.

### سلسلة من الآبار الجافة

بعد أقل من سنة وتسعة أشهر من توقيع إتفاقية الإمتياز، اختير موقع أول بئر إستكشافية في تلال الظهران التي أطلق عليها الجيولوجيون الأمريكيان اسم «قبة الدمام» بدلاً من قبة الظهران. بدأ حفر البئر الإستكشافية الأولى في ٢٦ محرم ١٣٥٤ هـ ٣٠ نيسان (إبريل) ١٩٣٥م مستهدفاً الطبقة الخازنة للنفط على بعد كيلومترات قليلة من جزيرة البحرين، وإختقرت البئر تلك الطبقة ولكن النتيجة كانت مخيبة للآمال فلم يعثر إلا على كميات ضئيلة من



● شكل (٤) بئر الدمام رقم ١ أول بئر حفرت بحثاً عن النفط في شرق الجزيرة العربية.

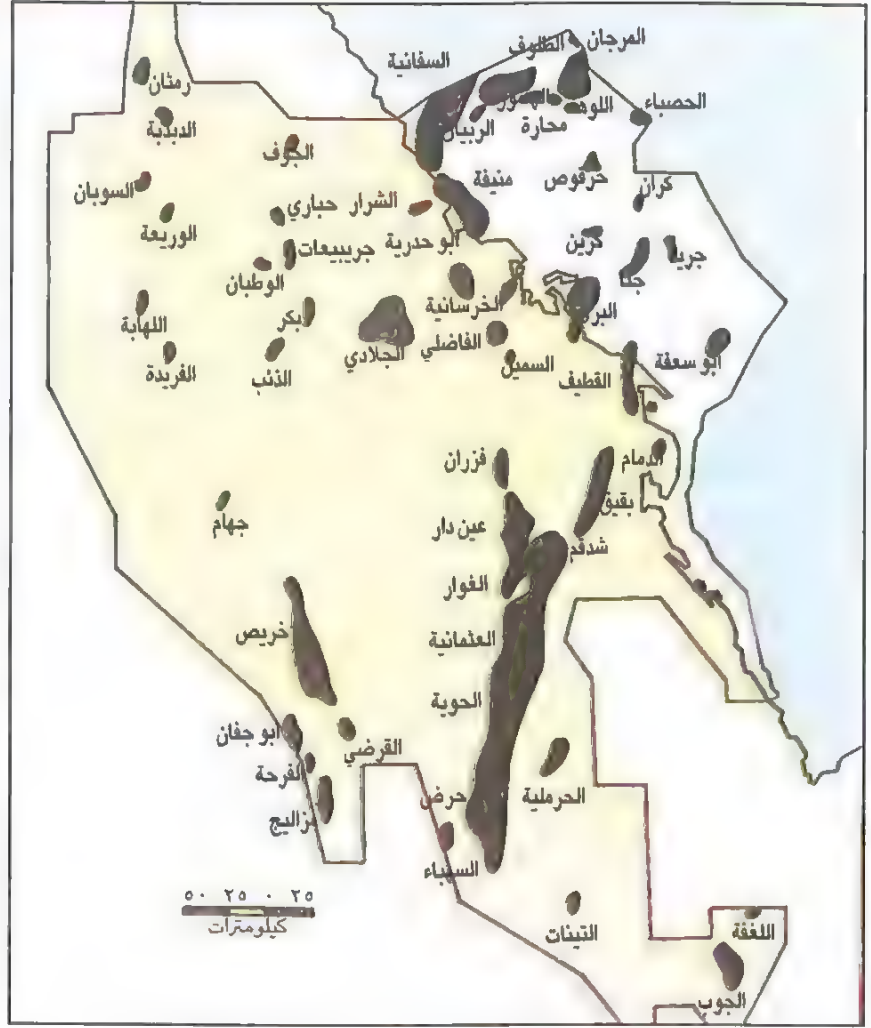
النפט في حقل الظلوف في عام ١٩٦٥ م ،  
ومرجان في عام ١٩٦٧ م .

إمتدت عمليات الإستكشاف إلى سواحل  
البحر الأحمر حيث قامت مجموعة شركات  
أوكسيراب - تينيكو - بترولين بالحفر في  
مناطق إمتيازها وإكتشفت الغاز والمكثفات  
في عام ١٩٦٩ م في حقل بركان في أقصى  
الشمال عند مدخل خليج العقبة ولكن  
بكميات غير تجارية .

### نפט قلب الجزيرة وغربها

أثمرت عمليات الحفر عن إكتشاف  
النפט والغاز الطبيعي عام ١٩٨٩ م في حقل  
الحوطة وحقل الدلم ، وفي عام ١٩٩٠ م تم  
إكتشاف المزيد من حقول النפט والغاز في  
الرغيب والحلوة والنعيم والهزيمة والغينة .  
ومؤخراً أعلن في عام ١٩٩٣ م عن إكتشافات  
جديدة في منطقة مدين قريباً من مدخل  
خليج العقبة ، وفي شمال غرب المملكة  
وسطها .

لقد تم إكتشاف العشرات من حقول  
النפט والغاز في المملكة منها ما هو على  
اليابسة ومنها المغمور ، وبين هذه وتلك  
حقول أخرى . ويبين جدول (١) سجلاً  
بالحقول الرئيسة لارامكو مرتبة حسب  
تاريخ إكتشافها .



● شكل (٥) حقول النפט الرئيسة في المملكة .

### المنطقة المحايدة اليابسة

منحت الكويت في ٢٨ حزيران  
(يونيو) ١٩٤٨ م إمتيازات النפט في  
نصيبها المشاع في المنطقة المحايدة اليابسة  
بينها وبين المملكة العربية السعودية الى  
شركة النפט الأمريكية المستقلة أمينويل ،  
وقد إتخذت الشركة من ميناء جنوب  
الاحمدي مقراً لإدارتها ومركزاً  
لتخزين وتصدير نفطها وأطلق عليها اسم  
ميناء عبد الله .

أما حكومة المملكة العربية السعودية  
فقد منحت إمتيازات النפט في حصتها في  
المنطقة الى شركة نפט باسيفيك ويسترن في  
٢٠ شباط (فبراير) ١٩٤٩ م . وعندما إمتلك

### الحقول المغمورة

إمتدت عمليات الحفر إلى المناطق  
المغمورة في الخليج العربي فتم في عام  
١٩٥١ م إكتشاف أكبر حقل نפט مغمور في  
العالم ، وأول حقل مغمور في الشرق  
الأوسط وهو حقل السفانية . وتلى ذلك  
إكتشاف العديد من الحقول المغمورة  
الأخرى ، ولم تستثن مجاهل الربع الخالي  
من التنقيب حيث تم إكتشاف الغاز في حقل  
كنن في عام ١٩٦٧ م ، والنפט في حقل شبيبة  
في عام ١٩٦٨ م .

إستمرت عمليات الإستكشاف فتم  
إكتشاف العديد من حقول النפט في المنطقة  
الشرقية وفي الخليج العربي حيث إكتشف

١١ ربيع الأول ١٣٥٨ هـ الموافق الأول من  
آيار (مايو) ١٩٣٩ م .

### أكبر حقول النפט

بعد إكتشاف النפט في الظهران توالى  
إكتشاف عشرات الحقول على اليابسة وفي  
المناطق المغمورة ، شكل (٥) . وأعظم هذه  
الإكتشافات هو إكتشاف ذلك التجمع  
النفطي الهائل الذي ملا طية النعلة المحدبة  
العملاقة ، والتي يمتد طولها لما يقارب من  
٢٤٠ كيلومتراً ومتوسط عرضها حوالي ٢٥  
كيلومتراً . عرف هذا الحقل بحقل  
الفوار (فوق العملاق) وهو أكبر حقول  
النפט في العالم .



الإمتياز للشركة اليابانية .

اتخذت الشركة من خور المفتح مقراً مؤقتاً لعملياتها وأجرت في عام ١٩٥٨ م مسحاً شاملاً لمنطقة الإمتياز وبشرت عملياتها الإستكشافية .

بدأت الشركة أعمالها الإستكشافية في عام ١٩٥٩ م بحفر بئرها الأولى قريباً من حقل السفانية ، وما أن وصلت البئر إلى عمق ١٤٧٩ قدماً حتى تدفق الغاز الطبيعي ولم تصل البئر إلى عمق ١٥٠٧ قدماً حتى انفجرت واشتعلت فيها النيران . أصلحت البئر وواصلت الشركة الحفر وعند عمق ٤٩٠٠ قدم تدفق النفط بمعدل ٦٠٠٠ برميل في اليوم ، وأعلن عن الإكتشاف في ٢٩ كانون ثاني (يناير) ١٩٦٠ م . بعد إكتشاف النفط في الحقل الذي أطلق عليه اسم حقل الخفجي نقلت الشركة مقر عملياتها وإدارتها الى رأس الخفجي .

تكثفت عمليات الإستكشاف والمسح الجيوفيزيائي وحفرت بئر في موقع يعرف بالزور بهدف الوصول الى طبقة العرب المنتجة في شرق الجزيرة العربية ، إلا أن البئر لم تحقق الهدف وتوقف الحفر لأسباب فنية عند عمق ٨٦١٨ قدماً .

في أوائل عام ١٩٦٢ م حفرت بئر الحوت - الإستكشافية شمال حقل الخفجي ، وفي تشرين الثاني (نوفمبر) تم إكتشاف النفط بكميات تجارية في طبقات جيرية في حقل الحوت .

حفرت بئر اللؤلؤ - في الزاوية الجنوبية الشرقية لمنطقة الإمتياز ، وتم العثور على النفط في فبراير ١٩٦٧ م ، ثم في نوفمبر من نفس العام حفرت بئر إستكشافية أخرى شمالاً أطلق عليها اسم بئر الدرة - صادفت كميات كبيرة من الغاز الطبيعي .

### إجمالي إنتاج النفط والغاز

قفزت معدلات إنتاج النفط منذ بداية الإنتاج قفزات رهيبية ، ففي الوقت الذي لم يتجاوز معدل الإنتاج ٢٥٧ برميلاً في اليوم لعام ١٩٣٨ م ، بلغ معدل الإنتاج في

### المنطقة المحايدة المغمورة

أما في المنطقة المغمورة المقابلة للمنطقة المحايدة اليابسة فقد إتفقت كل من الحكومتين السعودية والكويتية على منح إمتيازات التنقيب عن النفط فيها إلى الشركة التجارية اليابانية للبترول ، فمنحت الحكومة السعودية الشركة المذكورة الإمتياز في أول ديسمبر ١٩٥٧ م . قامت الشركة في فبراير ١٩٥٨ م بتأسيس شركة الزيت العربية المحدودة لتتولى إدارة العمليات النفطية والإدارية للإمتياز . وفي الخامس من تموز (يوليو) ١٩٥٨ م منحت الحكومة الكويتية

رجل النفط المعروف بول جيتي هذه الشركة بالكامل في ٢٤ نيسان (إبريل) ١٩٥٦ م إندمجت في شركة جيتي للزيت وعملت تحت هذا الاسم . إتخذت شركة جيتي من رأس الغار والذي أطلق عليه اسم ميناء سعود مقراً لإدارتها وعملياتها النفطية وميناء لتصدير نفطها .

كونت جيتي وأمينويل لجنة عمليات مشتركة لإدارة العمليات النفطية للإمتياز وبشرت عمليات الإستكشاف وحفر الآبار ، أما مرافق تجميع النفط المنتج وتكريره وشحنه وتصديره فقد تولت كل شركة القيام بذلك على مسؤوليتها .

الدام	أبو حدرية	بقبق	القطيف	الغوار**	الفاضلي
١٩٣٨*	١٩٣٨	١٩٤٠	١٩٤٥	١٩٤٨ - ١٩٥٧	١٩٤٩
السفانية	الخرسانية	خريص	المنيفة	أبو سعة	البري
١٩٥١	١٩٥٦	١٩٥٧	١٩٥٧	١٩٦٢	١٩٦٤
الظلوف	جهام	الحباري	المرجان	كران	الكدن
١٩٦٥	١٩٦٦	١٩٦٦	١٩٦٧	١٩٦٧	١٩٦٧
جانا	الجرببيعات	الجريد	الشبية	الحرملية	المزاليج
١٩٦٧	١٩٦٨	١٩٦٨	١٩٦٨	١٩٧١	١٩٧٢
القرضي	اللهابة	المحارة	أبو جيفان	رمثان	القرين
١٩٧٣	١٩٧٣	١٩٧٣	١٩٧٣	١٩٧٤	١٩٧٤
الرملة	بكر	اللوحة	وطبان	الدبدبة	ربيان
١٩٧٤	١٩٧٤	١٩٧٥	١٩٧٥	١٩٧٥	١٩٧٥
الصوبان	الشرار	الحصباء	الصدائي	الجلادي	الحرقوص
١٩٧٦	١٩٧٦	١٩٧٦	١٩٧٦	١٩٧٨	١٩٧٨
الوريعة	الذيب	الجوب	الفريدة	سمين	الهامور
١٩٧٨	١٩٧٩	١٩٧٩	١٩٧٩	١٩٧٩	١٩٧٩
الحوطة	الدلم	الرغيب	النعيم	الحلوة	الهزمتة
١٩٨٩	١٩٨٩	١٩٧٩	١٩٩٠	١٩٩٠	١٩٩٠
أم جرف	نسلة	الوفرة	الفوارس	أم قدير	
١٩٩٣	١٩٩٣	١٩٥٣	١٩٦٣	١٩٦٦	
الخفجي	الحوت	اللؤلؤ	الدرة		
١٩٦٠	١٩٦٣	١٩٦٧	١٩٦٧		

\* تاريخ الإكتشاف .

\*\* يتكون حقل الغوار العملاق من الحقول التالية : عين دار (١٩٤٨) وحرص (١٩٤٩) والعثمانية (١٩٥١) وشدقم (١٩٥٢) والحوية (١٩٥٣) وفزان (١٩٥٧) .

<input type="checkbox"/> نفط	<input type="checkbox"/> غاز
<input type="checkbox"/> نفط وغاز	<input type="checkbox"/> مكثفات
<input type="checkbox"/> المنطقة المحايدة اليابسة	<input type="checkbox"/> المنطقة المحايدة المغمورة

● جدول (١) الحقول الرئيسية للنفط والغاز لأرامكو .

هذه العوامل في الآتي:-

● استمرار الترسيب في هذا الحوض، عموماً في ظروف هادئة بنائياً ولفترة جيولوجية طويلة امتدت عبر مئات الملايين من السنين، منذ أوائل حقبة الحياة القديمة حتى العصر الحديث .

● تعاقب ترسيب الصخور الغنية بالمواد العضوية (الصخور المولدة) كالطفال في مختلف بيئات الترسيب البحرية والمستنقعات والشواطئ والدلتا وغيرها، مع ترسيب طبقات سمكية من الصخور ذات المسامية والنفاذية المناسبتين (صخور المكن) والتي تتكون في معظمها من أحجار الرمل والجير. وكذلك ترسيب طبقات من الصخور عديمة النفاذية (صخور المحبس) كالمخبزات والطفال .

هيا هذا التعاقب الدوري للترسيب أفضل الظروف لتكوين النفط ثم هجرته إلى صخور المكن وحفظه تحت الصخور الصماء ، وذلك ضمن إطار جيولوجي دوري متعدد .

● تكوّن المصائد الطباقية بترسيب صخور ذات مسامية ونفاذية قريباً من الصخور المولدة للنفط مما هيا الفرصة لحفظ النفط منذ بداية هجرته وتجمعه في هذه الصخور وحفظه حتى تم تكوين المصائد البنائية على هيئة طيات محدبة وقباب ، بسبب الحركات الأرضية ، وهجرة النفط إليها وملاءة لمسامات مكانها . وقد شكل توقيت تكوين المصائد البنائية في الوقت المناسب - عند تكوين النفط أو بعد تكوّنه مباشرة وهجرته - عاملاً مهماً في حفظ النفط وتجميعه في مصائد عظيمة إنتشرت على امتداد الجانب الشرقي لحوض الترسيب العربي الكبير .

● ساعد عدم وجود الحركات الأرضية العنيفة وعدم تداخل الصخور النارية في التتابع الطبقي الرسوبي للمنطقة على احتفاظ الصخور الرسوبية بخصائصها الطبيعية كالمسامية والنفاذية، وكذلك على احتفاظ صخور المصدر - بما تحتويه من مواد عضوية وتماسك صخور المحبس - بخصائصها غير المنفذة .

## إحتياطي النفط والغاز

يقدر إحتياطي النفط المتبقي في المملكة حسب آخر إحصائية نشرت أرامكو السعودية لعام ١٩٩٠م بحوالي ٢٥٧٨٤٨ مليون برميل وبذا تحتل المركز الأول في إحتياطي النفط في العالم. وبمقارنة إحتياطي النفط لدول النفط الرئيسية في حوض الترسيب العربي الكبير بمخزون دول العالم الأخرى يتضح أن الخمس دول الأولى هي من دول حوض الترسيب العربي الكبير. ف بجانب المملكة العربية السعودية يأتي العراق في المركز الثاني وتليه الإمارات العربية ثم الكويت وبعدها إيران في المركز الخامس .

بعد وجود النفط بهذه الكميات الهائلة في منطقة حوض الترسيب العربي الكبير حالة نادرة وفريدة مما شغل بال علماء الأرض المهتمين بالنفط قبل غيرهم في تفسير هذه الظاهرة . وحقيقة الأمر أن مجموعة من العوامل تضافرت وبشكل يكاد أن يكون إستثنائياً وليس له مثيل في أي مكان آخر في العالم على تكوين النفط ثم تجميعه وأخيراً حبسه في مكانه .

لقد تعاقبت عوامل جيولوجية مختلفة ترسيبية وبيئية وبنائية، عبر الزمن الجيولوجي على إثراء حوض الترسيب بكل مستلزمات تكون النفط وحفظه ، تتلخص

عام ١٩٨٠م حوالي عشرة ملايين برميلاً في اليوم ، وهو أقصى حد وصل إليه إنتاج النفط. بعد ذلك أخذت معدلات الإنتاج بالتناقص وبشكل ملحوظ حتى بلغت في عام ١٩٨٥م حوالي الثلاثة ملايين برميل في اليوم ، وفي أواخر عام ١٩٩٠م إرتفعت معدلات الإنتاج مرة ثانية لتصل إلى أكثر من ثمانية ملايين ونصف المليون برميل في اليوم .

إرتفع عدد الآبار المنتجة لأرامكو السعودية في عام ١٩٩٠م إلى ١٢٣٥ بئر وذلك مقارنة بعام ١٩٨٩م حيث بلغ عددها ٨٥٨ بئراً .

أما فيما يتعلق بإجمالي إنتاج النفط فإنه لم يتجاوز في عام ١٩٢٨م النصف مليون برميل ، بلغ ما أنتج في عام ١٩٨٠م أكثر من ثلاثة بلايين ونصف البليون برميل، وبلغ إجمالي الإنتاج في عام ١٩٩٠م أكثر من بليونين وثلاث البليون برميل. أما المجموع الكلي لما تم إنتاجه من النفط منذ إكتشافه ولغاية آخر عام ١٩٩٠م فقد بلغ حوالي الستين بليون برميل .

يبين الجدول (٢) إحصائية بمعدلات إنتاج النفط وسوائل الغاز الطبيعي يومياً ومجموع ما أنتج منها سنوياً منذ بدء الإنتاج في عام ١٩٢٨م للنفط وعام ١٩٦٢م لسوائل الغاز الطبيعي، وذلك حتى عام ١٩٩٠م حسب آخر إحصائية نشرت أرامكو السعودية .

السنة	النفط (مليون برميل)		الغاز (مليون برميل)	
	يومي	سنوي	يومي	سنوي
١٩٢٨ (*)	٠,٠٠١٣٥٧	٤٩١		
١٩٤٠	٠,٠١٤	٥,١		
١٩٥٠	٠,٠٤٦	١٩٩,٦		
١٩٦٠	١,٢٤٧	٤٥٦,٥		
١٩٦٢ (**)	١,٥٣٠	٥٥٥,١	١,٠	١,٠٠٣
١٩٧٠	٣,٥٤٨	١٢٥٩,٣	١٩,٠	٠,٠٥٢
١٩٨٠	٩,٦٣١	٣٥٢٥,٠	١٢٥,١	٠,٣٦٩
١٩٩٠	٦,٢٥٨	٢٢٨٤,٠	١٩٤,٦	٠,٥٣٣

(\*) بداية إنتاج النفط . (\*\*) بداية إنتاج الغاز .

● جدول (٢) المعدل اليومي والسنوي لإنتاج النفط والغاز بالمملكة .



للمقاطع الصخرية التي يتم اختراقها أثناء الحفر وصفاتها وإمتدادها الأفقي وسمكها ، إضافة إلى ذلك فهي ترشد إلى المواقع المناسبة للأبار الأخرى حتى في حالة عدم العثور على مواد هيدروكربونية فيها ، وذلك من خلال تحليل المعلومات المستقاة من حفرها ، كما أن هذه الأبار تزودنا بتوقعات عن حجم النفط المخزون في البئر وإنتاجية كل بئر على حدة ونسبة الإستخلاص الأولية المتوقعة ، وبالتالي تحديد الجدوى الإقتصادية والفنية للحقل المكتشف .

### ● الحفر

نظرا لطبيعة مكامن النفط والغاز وتواجدهما في صخور القشرة الأرضية وعلى أعماق مختلفة قد تتجاوز العشرة كيلو مترات تحت سطح الأرض ، فلا بد من إيجاد منفذ للوصول إليها وإستخراج النفط منها ، ويتم ذلك بحفر الآبار .

وقبل الشروع في حفر البئر يتم وضع برنامج يشمل ما يلي :-

\* تحديد موقع البئر والغرض من حفره (استكشافية تقويمية ، تحديدية ، تطويرية).

\* الطبقات الأرضية المتوقع إختراقها أثناء الحفر وعمقها وسمكها التقريبي.

\* أقطار وأطوال مقاطع الحفر .

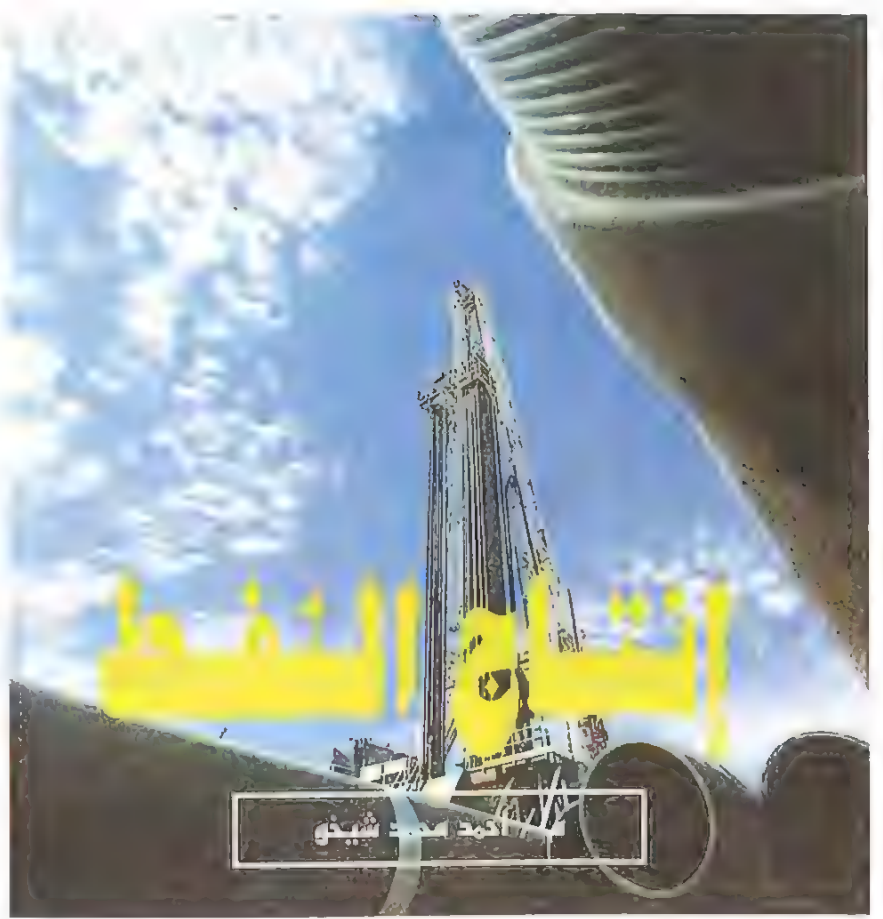
\* أنابيب التبطين التي يتم إنزالها عند الإنتهاء من حفر كل مقطع ونوع إختيار الضغط الذي يجري عليها للتأكد من عزل الطبقات كاملة ، شكل ( ١ ) .

\* كميات ومواصفات الأسمنت المستعمل لتثبيت أنابيب التبطين .

\* نوعية طين الحفر المستعمل في كل مقطع .

\* أنواع المجسات التي يجب القيام بها (كهربائية إشعاعية ، صوتية ، حرارية) وذلك لمعرفة خواص الطبقات وتقويمها .

\* المقاطع التي يتم إختبارها وأخذ العينات



تدريجيا بفعل عامل الزمن إلى هيدروكربونات ( نفط وغاز) . ونتيجة لحركة الماء في الطبقات الصخرية وتأثير الجاذبية الأرضية وخواص النفط والغاز ، فإنها تهاجر من مناطق إلى أخرى ، وتبقى أحيانا في مكانها وتستقر أخيراً في مصاد نفطية متعددة الأشكال والأحجام منها القباب والطيات المكدبة والتراكيب الأخرى التي تحتوي على الفوالق الأرضية .

### مراحل ما قبل الإنتاج

تبدأ مرحلة ما قبل إنتاج النفط بتحديد المصادد المؤهلة لوجود النفط أو الغاز يعقبها تحديد المصادد ثم تحديد موقع البئر الإستكشافية لمعرفة ما إذا كان هناك نفط أو غاز في هذه المصادد أم لا . يعد الحفر الوسيلة الوحيدة التي يتم بموجبها التأكد من وجود النفط أو عدمه ، وهنا تكمن أهمية الدقة في إختيار موقع الحفر خاصة الآبار الاستكشافية والتقويمية ، ولما كان الحفر يعطي فكرة عن محتويات المصادد النفطية فإنه كذلك يعطي فكرة عن التتابع الطبقي

أدرك الإنسان منذ اكتشاف النفط أهميته بالنسبة لنمط الحياة ، وقد تميز النفط عن مصادر الطاقة الأخرى التي تم اكتشافها حتى الآن بسبب سهولة تداوله وتعدد المجالات التي يستخدم فيها .

يتكون النفط أساساً من مخاليط معقدة وغير متجانسة من مركبات عضوية هيدروكربونية ذات تراكيب جزيئية متنوعة وخواص فيزيائية وكيميائية مختلفة.

ويتكون النفط والغاز بسبب طمر مواد عضوية نباتية أو حيوانية أو كليهما ضمن صخور المصدر ، وقد أدى تراكم الطبقات الرسوبية وغيرها إضافة إلى عوامل جيولوجية أخرى إلى ارتفاع درجات الحرارة والضغط أثرت على هذه المواد وحولتها



● إحدى أجهزة الحفر في منطقة مغفورة .

الصخور المحفورة من الطين وإعادة تدويره مرة أخرى .

وبالإضافة إلى فائدة الطين في التخلص من فئات الصخور فإن له فوائد أخرى تتمثل في الآتي :-

\* تبريد الدقاقة وعمود الحفر .

\* تسليط ضغط على جانبي الحفرة لمنع انهيار الجدران بتكون طبقة طينية عليها .

\* منع السوائل المكمنية ( النفط ، الغاز ، الماء ) من الخروج إلى الحفرة أثناء عملية الحفر والقيام بالعمليات الأخرى ، وبالتالي المساعدة على منع انفجار البئر .

بعد الانتهاء من حفر كل مقطع تتم عملية تنظيف وتدوير البئر ودراسة خواصه الطباقية وتقويمها عن طريق أجهزة الجس الكهربائي .

### ● التبطين

يلي عملية الحفر إجراء عملية تبطين الآبار التي أوضحت عمليات الكشف والاختبارات الأخرى أنها آبار منتجة للنفط وتتم هذه العملية بإنزال أنابيب في البئر المحفور وتثبيتها بالاسمنت . وتختلف أعداد أعمدة التبطين حسب طبيعة الطبقات التي يتم إختراقها وحسب الحالة والحاجة ومساحة الحقول النفطية . ومن أنواع أعمدة التبطين ما يلي :-

إلا أن هذه العملية تحتاج إلى وقت طويل بالإضافة إلى المخاطر التي قد يتعرض لها العاملون أثناء الحفر في حالة وصول البئر إلى طبقة نفطية أو غازية ذات ضغط عال يصعب السيطرة عليه ، وذلك راجع لكون الطبقات التي يتم حفرها تبقى مكشوفة بدون وجود ضغط يعادل ضغوط الموائع فيها .

### ● الحفر الدوراني :

ويتم فيه تفتيت الصخور بدوران الدقاقة مع عمود الحفر المرتبطة به ، ونتيجة للثقل المسلط على الدقاقة من قبل الأنابيب الثقيلة التي تشكل جزءا من عمود الحفر يتم التخلص من فئات الصخور عن طريق ضخ الطين معين ( طين الحفر ) في أنابيب الحفر بواسطة مضخات على السطح ، وبذلك يخرج الطين المضخ محملا بفئات الصخور من البئر عن طريق الفراغ الموجود بين الأنابيب وجدار الحفر ، بعدها يتم فصل فئات

منها ومن اللباب والسوائل .

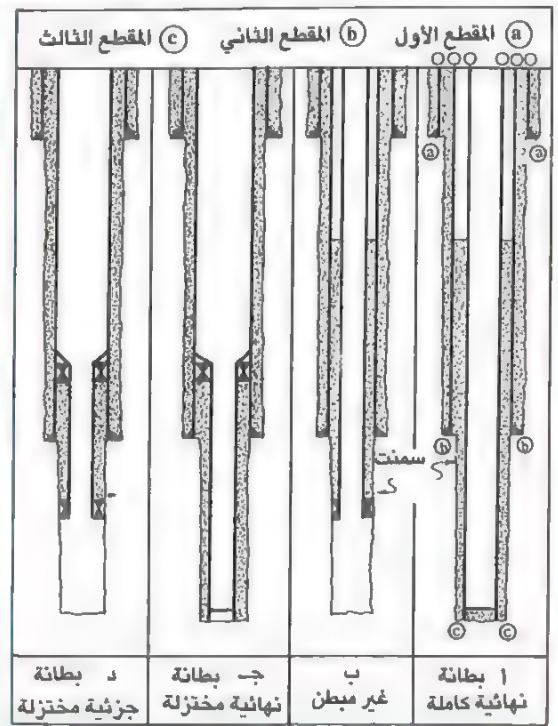
\* أنواع مانعات الانفجار والمعدات الرأسية الأخرى التي يتم نصبها على فوهة البئر للسيطرة على الانفجار بصورة خاصة والبئر بصورة عامة .

\* الطريقة المتوقعة لإكمال البئر .

تحفر البئر عادة بحيث يبلغ قطرها عند السطح ٣٠ بوصة ثم يتناقص قطرها تدريجيا كلما تعمقنا إلى أسفل ليصل إلى حوالي ٤ بوصات عند قاع البئر ، ويعتمد تناقص قطر البئر حسب طبيعة المنطقة التي يتم الحفر فيها وعمق المكن .

تتعدد أنواع الحفر وطرقها حسب طبيعة المناطق المراد الحفر فيها إلى عدة أنواع منها مايلي :-

● الحفر بالدق : ويمتاز بالبساطة وفيه يتم تفتيت الصخور وحفر البئر برفع وإسقاط عمود الحفر والدقاقة المرتبطة به ، ويتم إخراج الفئات من الحفرة بين الحين والآخر بإنزال وعاء معلق بسلك حديدي ،



● شكل (١) حفر مقاطع البئر .



الكامل في إنتاج البئر، شكل (٢)، ويتم تدفق النفط من الطبقة الحاملة إلى فوهة البئر على النحو التالي :-

### ● الإنتاج الأولي

الإنتاج الأولي (Primary Recovery) هو إنتاج النفط من الآبار في المراحل الأولية بقوته الذاتية (المكمنية) الكامنة في المستودع نفسه، ومن أجل هذا يجب أن تكون الطاقة اللازمة لدفع النفط من الممكن إلى البئر أكبر من مجموع طاقات التماسك بين الصخور والسوائل الموجودة في مساماتها، وفي هذه الحالة تكون القوة المؤثرة على النفط ليندفع إلى الخارج أكبر من مجموع القوة القادرة على دفع عامود النفط إلى أعلى إضافة إلى القوة المقاومة للشد التثاقلي (Gravitational Pull)، وهكذا نرى أن الطاقة المكمنية عندما تكون ضئيلة فإن الضغط في الممكن يبدأ في الانخفاض الحاد، ومع الاستمرار في إنتاج النفط يبدأ معدل الإنتاج نفسه في الهبوط، وتنتهي مرحلة الإنتاج الأولى عندما تتناقص الطاقة الطبيعية (Natural Energy) للممكن إلى الحد الذي يتوقف عنده الإنتاج أو عندما يفقد الإنتاج جدواه الاقتصادية.

وقد أشارت دراسات سابقة أن كمية النفط المنتج لأغلب الآبار في العالم خلال مرحلة الإنتاج الأولى لا تتجاوز ١٥٪ من كمية النفط المتوفر في الممكن، ونظراً لتطور تقنية إنتاج النفط في الوقت الحاضر فقد أصبح بالإمكان زيادة الإنتاج إلى حوالي ٣٠٪.

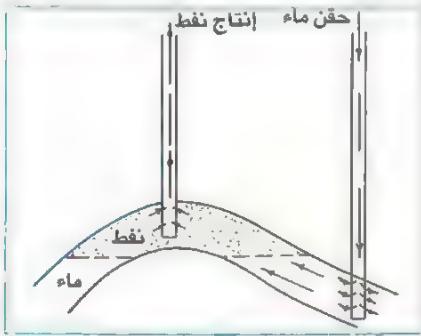
### ● الإنتاج الثانوي

الإنتاج الثانوي (Secondary Recovery) هو رفع ضغط الممكن عن طريق حقن الماء، شكل (٣)، أو الغاز أو الإثنين معاً بصورة متبادلة، وتبدأ عملية الإنتاج الثانوي بعد

تلي عملية التثبيت، إجراء اختبار أنابيب التبطين عن طريق تعريضها لضغط مناسب يتم حسابه مسبقاً للتأكد من صلاحيتها، وبعد الإنتهاء من ذلك يتم تركيب مجموعة رأس البئر وموانع الانفجار وإختبارها، ومن ثم حفر المقاطع اللاحقة بإتباع الخطوات المذكورة سابقاً، بعدها يتم تثقيب الأجزاء المحددة لأنابيب التبطين في عمود الإنتاج والسماح للبئر بالإنتاج وتقدير إنتاجيته.

### مراحل الإنتاج

تبدأ مرحلة الإنتاج بتركيب مجموعة متفرعة من الصمامات والتوصيلات على فوهة البئر المبطنة والتي تسمح بالتحكم



● شكل (٣) حقن الماء.

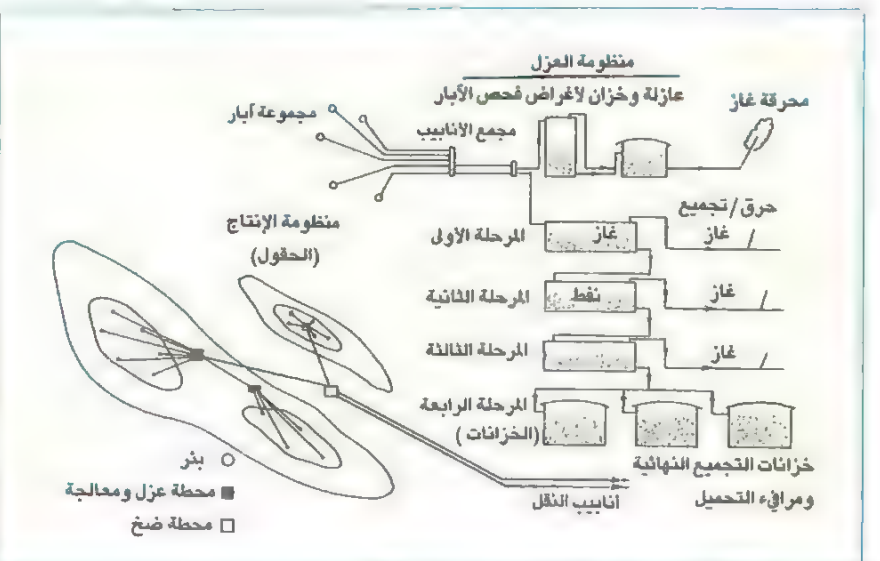
● عمود سطحي لحماية الماء العذب بصورة رئيسة.

● عمود أوسط لمنع الردم وبالتالي تسهيل عمليات الحفر.

● عمود إنتاج وهو الجزء الذي يتم من خلاله إكمال البئر وإنتاجها، والسيطرة عليها.

وتتمثل أهمية وفوائد أنابيب التبطين في الآتي :-

- \* منع ردم جدران الحفرة وإنسدادها.
- \* منع إختلاط المياه العذبة بالرمال العلوية.
- \* منع إختلاط الماء مع النفط المنتج في الطبقات الحاملة له.
- \* تحديد الإنتاج من فوهة البئر بوساطة خائق الإنتاج.
- \* توفير الوسيلة للسيطرة على الضغط.
- \* توفير عمليات تركيب المعدات تحت سطح الأرض في حالة القيام بعمليات الرفع بالغاز (الإزاحة بالغاز) للمساعدة على الإنتاج.



● شكل (٢) منظومة الإنتاج والعزل.

ورومانيا وكندا وفنزويلا وبعض الأجزاء الأخرى من أمريكا اللاتينية ، أكثر من نصف مليون برميل يوميا .

### معالجة النفط

بعد وصول النفط إلى السطح ينقل إلى محطات عزل الغاز بوساطة أنابيب الجريان حيث يتم عزل الغاز والماء عن النفط في عازلات خاصة عبارة عن إسطوانات عمودية أو أفقية تحتوي على حواجز متعددة لعزل الغاز عن النفط والماء ليتم تجميعه والاستفادة منه في الصناعات البتروكيميائية . أما النفط المعزول فإنه يجمع في صهاريج التخزين ومن ثم يضغط إلى المصافي أو مرافق التحميل عبر الأنابيب .

المشكلات أثناء التطبيق الحقل ، وتكاليفها الباهظة ( لإستخدامها المنتجات البترولية ) . وقد أوضحت العديد من التجارب التي أجريت على هذه الطريقة في كل من الولايات المتحدة الأمريكية وكندا وبحر الشمال وفرنسا وكذلك في الجماهيرية الليبية والجزائر ، أن الجدوى الإقتصادية لهذه الطريقة لم تتجاوز ١٤٪ من مجموع التجارب الكلية .

\* **الإزاحة الحرارية** : يشمل استخدام الإزاحة الحرارية الإستخدام المنقطع والمستمر لبخار الماء شكل (٤) ، و الحرق الموضوعي بنوعيه الجاف والرطب ، شكل (٥) . وقد ساهمت هذه الطريقة في إنتاج أكثر من ٦٠٪ من النفط المنتج بوساطة الإنتاج الثالثي .

تعد طريقة الإستخدام المنقطع للبخار من أكثر الطرق إستعمالا ، وتتجاوز كمية النفط المنتج بواسطتها في كل من مكان كاليفورنيا

أن تفشل عملية الإنتاج الأولى بسبب تدني الطاقة الطبيعية للمكمن بنسبة كبيرة .

وتهدف عملية الإنتاج الثانوي إلى زيادة ضغط المكمن حتى يسمح بإندفاع النفط إلى أعلا و وصوله إلى سطح الأرض .

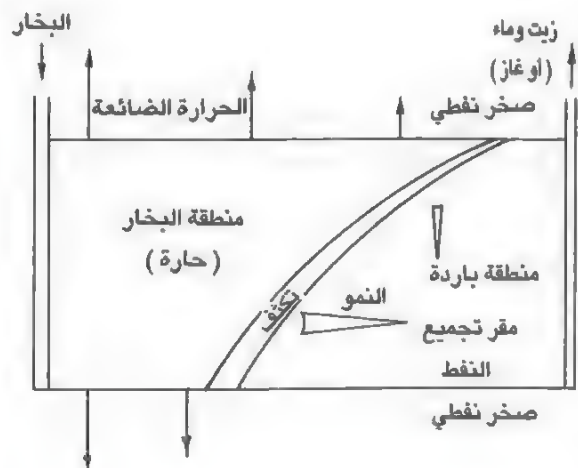
### ● الإنتاج الثالثي

يقصد بعملية الإنتاج الثالثي (Tertiary Recovery) إزاحة النفط من مكانه إما بعملية الإزاحة المتجانسة وإما بعملية الإزاحة الحرارية .

\* **الإزاحة المتجانسة** : يتم في هذه العملية حقن المكان النفطية بالغازات أو السوائل الهيدروكربونية ، أو بالغازات غير الهيدروكربونية وقد بدأ العمل بهذه الطريقة في منتصف السبعينيات حيث كانت أهم الغازات المستخدمة للإزاحة غاز ثاني أكسيد الكربون ، الغاز المسال ، الغاز الغني بالمركبات ، الغاز غير الغني بالمركبات إضافة إلى المنتجات النفطية . وبالرغم من إستخدام الإزاحة المتجانسة لأكثر من ثلاثين عاماً إلا أنها لم تنتشر على نطاق واسع ، وذلك بسبب ظهور العديد من



● شكل (٥) الإحتراق الجاف والرطب .



● شكل (٤) رسم تخطيطي للغمر بالبخار .



المصدر	الإسهام في الطاقة العالمية (%)	
	عام ١٩٦٠ م	عام ١٩٨٩ م
فحم	٤٧	٢٨
نפט	٣٤	٣٨
غاز طبيعي	١٣	٢١
مائية	٦	٧
نووية	-	٦

● جدول (١) إسهام المصادر المختلفة في توليد الطاقة .

مساقط المياه ) والطاقة النووية . وبين جدول (١) إسهام هذه المصادر الخمس في توليد الطاقة على المستوى العالمي في عامي ١٩٦٠ ، ١٩٨٩ ، أما مصادر الطاقة الأخرى والمعروفة باسم الطاقة الجديدة والمتجددة فلم تتجاوز نسبة إسهامها في الطاقة العالمية ١٪ حيث أن كفاءة توليد الطاقة من هذه المصادر مازالت محدودة . فضلا عن تكاليفها الإقتصادية الباهظة . ومن أهم مصادر الطاقة الجديدة والمتجددة الطاقة الشمسية التي تحول أشعة الشمس إلى طاقة كهربائية باستخدام الخلايا الفوتوفولتية أو تستغل أشعة الشمس في التسخين المباشر أو تستغل حرارة الأرض أو فرق درجات الحرارة بين المياه السطحية للمحيطات ومياه الأعماق في توليد الكهرباء . كذلك تمثل طاقة المد والجزر وطاقة الموج البحري وطاقة الرياح



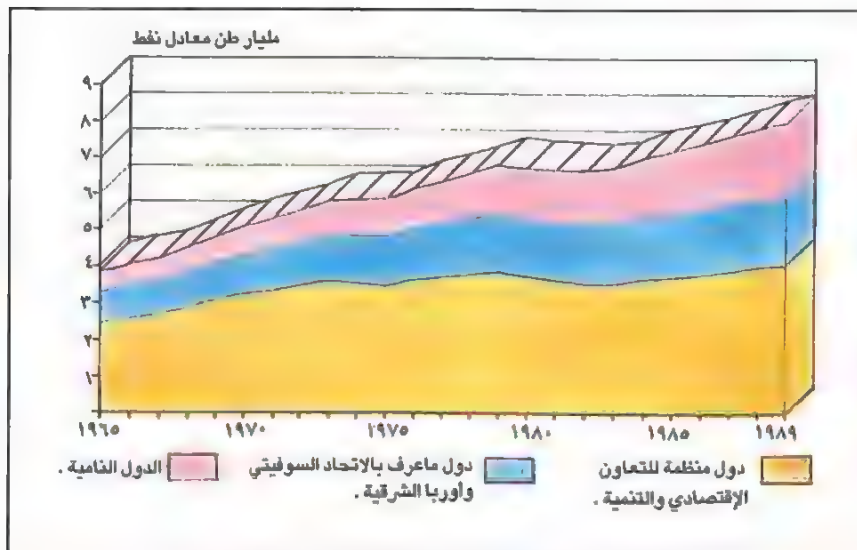
## التأثيرات الصحية والبيئية للبتترول ومصادر الطاقة الأخرى

د . محمد فاروق أحمد

تتزايد حاجة العالم للطاقة وتوسعى الدول إلى توفير مصادرها لمواجهة الطلب المتنامي عليها . ومنذ الستينيات ارتفع الإستهلاك العالمي للطاقة إرتفاعاً ملحوظاً بسبب تزايد معدل النمو الإقتصادي والسكاني للمجتمع الدولي ، ويقدر مجلس الطاقة العالمي إحتياجات العالم من الطاقة عام ٢٠٠٠ بمقدار ١٠٢٥٩ مليار طن معادل ليقفز إلى ١٣٥٢٥ مليار طن معادل عام ٢٠٢٠ م .

يستعرض شكل (١) كيفية نمو الإستهلاك العالمي للطاقة بين عامي ١٩٦٥ ، ١٩٨٩ م في أقاليم العالم الثلاث وهى دول منظمة التعاون الإقتصادي والتنمية ، ودول ما كان يعرف بالاتحاد السوفيتي وأوروبا الشرقية ودول العالم النامية .

تتغير مصادر الطاقة المستخدمة في العالم تبعاً لتواجدها ولعوامل أخرى كثيرة . فبعد أن كان الفحم هو المصدر الأساس للطاقة حتى الستينيات أصبح النفط الآن المساهم الأكبر في الطاقة على المستوى العالمي . ومن مصادر الطاقة الرئيسة في عالمنا المعاصر هى النفط والفحم والغاز الطبيعي والطاقة المائية ( طاقة



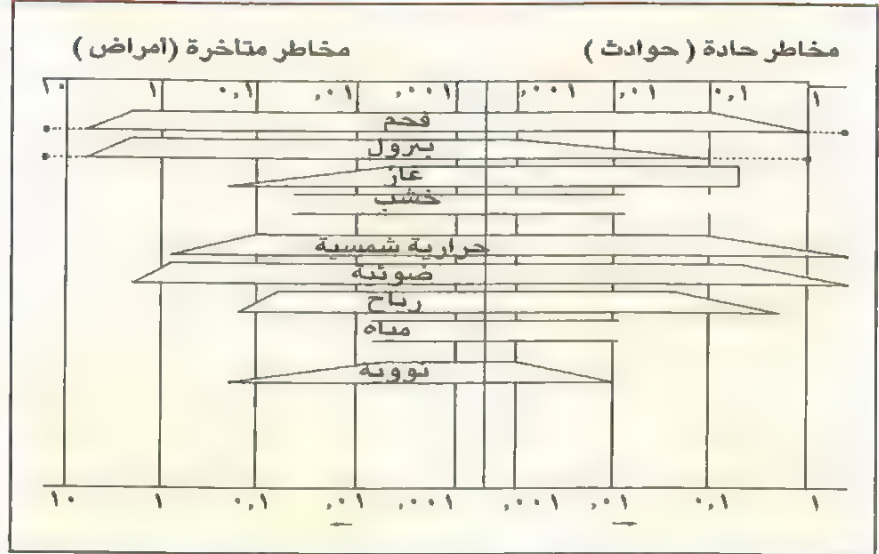
● شكل (١) نمو استهلاك الطاقة في العالم (١٩٦٥-١٩٨٩ م) .

كما يجب أن تتضمن المخاطر جميع التأثيرات المهنية التي يتعرض لها العاملون المهنيون في جميع حلقات الدورة ، والتأثيرات الواقعة على عامة الجمهور بما فيها مخاطر الوفيات والإصابات بالأمراض المختلفة ، كذلك يجب إدراج المخاطر العاجلة والأجلة التي قد لا تظهر إلا بعد سنوات طويلة قد تمتد لعشرات بل ربما لمئات السنين ، وكذلك المخاطر المحلية والإقليمية والعالمية .

### التأثيرات الصحية

تتمثل التأثيرات الصحية لمصادر الطاقة في حدوث وفيات مباشرة وعاجلة ، تنتج عن حوادث في أي من حلقات دورة المصدر المعين كالإستخراج أو النقل أو الإستخدام وأخيراً عن النفايات المتخلقة من هذا المصدر ، وفي وفيات آجلة وغير مباشرة تمت عن تعرض لأي من حلقات المصدر المعين بشكل مزمن يؤدي إلى حدوث الوفاة بعد فترة قد تمتد لعشرات السنين . كذلك تتضمن التأثيرات الصحية ، حالات المرض المزمن والعجز الناتج عن الحوادث أو عن التعرض المزمن وغير المباشر لحلقات المصدر المختلفة .

ويتم تقييم المخاطر الصحية بالنسبة للعاملين المهنيين أو لعموم الجمهور بإستقراء التأثيرات من خلال دراسات أجريت عند مستويات كبيرة من التعرض وإستخدام نماذج رياضية لهذا الإستقراء . ويفترض وجود علاقة خطية دائماً بين الجرعة الكيميائية أو الإشعاعية وبين التأثير . الجدير بالذكر أن بعض القيم الخاصة بالحوادث والضحايا قيم مؤكدة وموثقة إلا أن هناك بعض القيم الواردة في تقييم التأثيرات الصحية تقوم على فرضيات مثل إطلاق الكبريت عند إحراق الفحم أو النفط . ويتم التعبير عن المخاطر لمصادر الطاقة المختلفة بعدد حالات الوفيات



● شكل (٢) مخاطر الوفيات المهنية من المصادر المختلفة للطاقة .

الكهرباء المولدة في سنة واحدة من مصادر الطاقة المختلفة أساساً للمقارنة . وللحكم بموضوعية وإلتزام الحياد التام عند إجراء التقييم المقارن للمخاطر الصحية والبيئية لمصادر الطاقة المختلفة يجب أن تدرس مخاطر الدورة الكاملة لكل مصدر بدءاً من عمليات البحث والتنقيب ومروراً بالإستخراج والنقل ثم بالإستخدام وانتهاءً بالمخلفات والنفايات المتولدة عن ذلك المصدر .

كذلك يجب ألا تقتصر المقارنات على التأثيرات المعروفة وإنما يجب أن تتسع لتشمل جميع التأثيرات المحسوسة وتلك التي يحتمل حدوثها . وللحقيقة فإنه يجب القول بأن هناك كثيراً من المصاعب التي تكتنف التقييم المقارن نظراً لإختلاف المعايير المطبقة بإختلاف الأطر التقنية والإقتصادية والإجتماعية في المناطق المختلفة ، ولأن جزءاً كبيراً من مصادر الطاقة لا يتحول إلى كهرباء وإنما يستخدم كمصدر مباشر للطاقة مثلما يحدث في قطاع النقل ، وفي جميع الحالات يجب تضمين كافة المخاطر المرتبطة بالمصدر كتلك المخاطر الناجمة عن التشغيل الروتيني أو التي تنتج عن الحوادث الصغيرة والعنيفة ،

مصادر متجددة للطاقة .  
ينجم عن مصادر الطاقة الرئيسية تأثيرات سلبية على الإنسان والبيئة . وقد ترتب على تنامي الوعي البيئي البحث عن أفضل الأساليب لخفض التأثيرات البيئية السلبية لكافة مصادر الطاقة . وإهتمت الدوائر المعنية بالبيئة وحمايتها في العالم أجمع بدراسة وتقييم كافة أنواع المخاطر المترتبة على إستخدام المصادر المختلفة للطاقة وأجرت المقارنات بين تأثيراتها الصحية والبيئية . وبرز إلى الوجود منذ بداية السبعينيات التقييم المقارن لمصادر الطاقة ، ولعب هذا التقييم دوراً متزايد الأهمية في تخطيط مستقبل الطاقة وفي تزويد صانعي القرار بالمعلومات والمعطيات اللازمة لتوجيه وصياغة قراراتهم .

ويتطلب التقييم المقارن للمخاطر الصحية والبيئية لمصادر الطاقة ، وعلى رأسها النفط ، توفر مجموعة متجانسة من المعايير المحددة للمصادر الخاضعة للمقارنة فضلاً عن ضرورة تنفيذ تحليل كمي ونوعي لمخاطر كل مصدر من مصادر الطاقة ، بإستخدام وحدة معيارية . وقد اتُفِقَ بهذا الخصوص على استخدام وحدة الجيجا واط ( ألف مليون واط ) من



\* أمراض الجهاز التنفسي بفعل التعرض للغازات العضوية والكربوهيدرات العضوية .

\* ضحايا حوادث نقل النفط من الجمهور .

\* بعض التأثيرات الناتجة عن التخلص من بعض المخلفات الصلبة للبتروك .

### الغاز الطبيعي

تتمثل المخاطر الصحية لدورة الغاز الطبيعي على المستوى المهني في مخاطر محدودة للغاية عند مرحلة الإستخراج ، أما المخاطر بالنسبة للجمهور بسبب الغاز الطبيعي فتتمثل في :-

\* مخاطر محدودة ناتجة عن انبعاث أكاسيد النيتروجين وهي مخاطر ضعيفة بالمقارنة بمصادر الطاقة الأخرى خاصة الفحم .

\* حوادث الحرائق والانفجارات أثناء التخزين والنقل .

### الوقود النووي

تتمثل المخاطر المهنية الناتجة عن إستخدام الطاقة النووية في :-

\* المخاطر المرتبطة بحوادث إستخراج الخامات النووية من باطن الأرض .

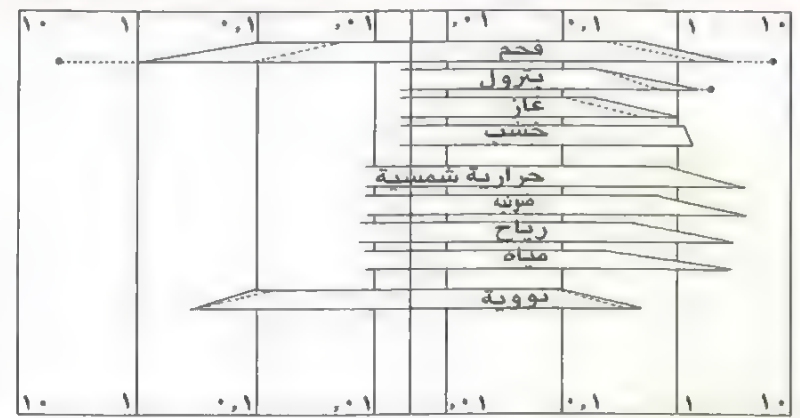
\* مخاطر إصابة العاملين في مجال الإستخراج أو التصنيع أو تشغيل محطات القوى النووية بأمراض السرطان نتيجة لتعرضهم للإشعاع .

\* مخاطر الحوادث النووية المرتبطة بتشغيل محطات القوى النووية ووحدات معالجة وتصنيع الوقود .

\* مخاطر التعرض للإشعاع في المرحلة الأخيرة المرتبطة بإدارة النفايات المشعة .

أما بالنسبة لعموم الجمهور فتتمثل المخاطر الصحية للطاقة النووية في الآتي :-

### مخاطر متاخرة ( أمراض )



● شكل (٣) مخاطر الوفيات بين الجمهور من المصادر المختلفة للطاقة .

بالفحم لأمراض الجهاز التنفسي بسبب غبار الفحم والأسبستوس والمواد الأخرى .

أما المخاطر التي يتعرض لها عموم الجمهور فتتمثل في عدد من التأثيرات يمكن إيجازها في الآتي :-

\* مخاطر ناتجة عن انبعاث ثاني أكسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين وأول أكسيد الكربون .

\* المخاطر الناتجة عن تلوث المياه السطحية والمياه الجوفية التي يستخدمها الجمهور .

\* المخاطر الناتجة عن نفايات الفحم المتكونة بأحجام كبيرة .

### النفط

تتمثل المخاطر الصحية المهنية للعاملين في مجال النفط في مجموعة آثار منها ما يلي :-

\* حوادث مميتة أثناء عمليات الإستخراج .

\* أمراض ناتجة عن التعرض للغازات العضوية مثل البنزين والكربوهيدرات الفطرية متعددة الحلقات .

\* حوادث في معامل التكرير والمعالجة .

\* حوادث النقل .

أما بالنسبة لمخاطر النفط على عموم الجمهور فتتمثل في :-

### مخاطر حادة ( حوادث )

الناجمة عن كل جيجا واط سنة من الكهرباء المولدة من المصادر المختلفة .

وهناك آثار صحية غير مباشرة يجب تضمينها ضمن التأثيرات الصحية مثل التأثيرات المرتبطة بترسب الأحماض وزيادة بعض العناصر الثقيلة في الماء والتربة والنبات مثل ترسب الزئبق في المياه الحمضية وتجمعه في الأسماك التي يتغذى عليها الإنسان .

وللمقارنة بين المخاطر الصحية لمصادر الطاقة المختلفة بأسلوب ميسر وذلك للمهنيين وعموم الجمهور ، شكلي (٢) و (٣) ، نورد ما يلي :-

### الفحم

تتمثل المخاطر الصحية المهنية لدورة الفحم في الآتي :-

\* حوادث مميتة بسبب إنهيار مناجم الفحم .

\* أمراض عمال المناجم بسبب التعرض للغبار متمثلة في أمراض الرئة والإلتهابات الشعبية وضيق الأوعية الدموية وغيرها .

\* الوفيات والإصابات بسبب نقل الفحم بطرق النقل المختلفة .

\* إصابات العاملين في المحطات العاملة

## التأثيرات الصحية

الصحية الهامة مثل الأخطار المترتبة عن حوادث إطلاق النويدات المشعة في الحوادث النووية أو من جراء استخدام الفحم كمصدر للطاقة .

### التأثيرات البيئية

تصنف المخاطر البيئية لمصادر الطاقة المختلفة على أساس مدى هذه المخاطر محلياً وإقليمياً وعالمياً ، كذلك تصنف المخاطر البيئية على أساس فترة ظهورها إلى تأثيرات قصيرة ومتوسطة وطويلة الأجل ، ومن بين التأثيرات طويلة الأجل تدمير البيئة وغطاء التربة في بعض عمليات الإستخراج

المصدر	أخطار مهنية		أخطار الجمهور	
	فورية	أجل	فورية	أجل
الفحم ( تحت الأرض ) نقط	٢,٢ - ٠,٤	١,١ - ٠,١٣	١,١ - ٠,١	٦,٠ - ٢,٠
من الأرض	٠,٨٥ - ٠,٢٠	—	٠,١ - ٠,٠٠١	٦,٠ - ٢,٠
من الشاطئ	١,٢٥ - ٠,٢٢	—	٠,١ - ٠,٠٠١	٦,٠ - ٢,٠
غاز طبيعي	٠,٥٠ - ٠,١٠	—	٠,٢	٠,٢ - ٠,٠٠٤
من الأرض	١,٠٠ - ٠,١٧	—	٠,٢	٠,٢ - ٠,٠٠٤
من الشاطئ	٠,٥٠ - ٠,٠٩	٠,٣٧ - ٠,١٣	٠,٠١ - ٠,٠٠١	٠,٢ - ٠,٠٠٥
نووية	٠,٤٠ - ٠,٠٧	٠,٣٣ - ٠,٠٧	—	—
مناجم أرضية				
مناجم سطحية				

جدول (٢) الوفيات بسبب مصادر الطاقة المختلفة عن كل جيجا واط سنة .

المصدر	التأثيرات البيئية الأساس
الفحم	<ul style="list-style-type: none"> <li>- تلوث المياه السطحية والجوفية .</li> <li>- اضطراب وتغيرات في استخدام الأراضي وتخريب بعيد المدى للنظام البيئي</li> <li>- انبعاثات من غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت وأكاسيد النيتروجين .</li> <li>- تلوث سطح التربة بالغازات الثقيلة ومخلفات الرماد والخبث وبكميات محدودة من المواد المشعة .</li> <li>- تغيرات عالمية في المناخ بسبب انبعاث ثاني أكسيد الكربون والغازات الحابسة للحرارة .</li> <li>- زيادة الحموضة في مياه الأمطار وفي البحيرات وخسائر مادية نتيجة لترسب الأحماض .</li> <li>- تلوث البحار والمحيطات .</li> <li>- تلوث البحار والشواطئ بسبب كميات النفط المتسربة .</li> <li>- انبعاثات من غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين .</li> <li>- تلوث المياه السطحية والجوفية بالنفط .</li> <li>- تغير المناخ العالمي بسبب انبعاث الغازات الحابسة للحرارة .</li> <li>- انبعاثات من غازات ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد الكبريت والنيتروجين .</li> <li>- تغير المناخ العالمي بسبب انبعاث الغازات الحابسة للحرارة .</li> <li>- تلف الأراضي وتغيرات في المياه وفي الحياة البحرية .</li> <li>- اضطراب وتغيرات في استخدام وتعديل في الترسيب .</li> <li>- تدمير سريع للأنظمة الإيكولوجية ونقص في تباين الأنواع .</li> <li>- تهجير للسكان .</li> <li>- تلوث سطح الأرض والمياه الجوفية بالملوثات المشعة بسبب التعدين .</li> <li>- إمكانية تلوث الأرض والمياه بالسواد المشعة خاصة عند وقوع الحوادث النووية .</li> <li>- تهجير السكان وتخريب النظم الإيكولوجية عند وقوع الحوادث .</li> <li>- تغيرات في استخدام الأرض وتدمير لبعض النظم البيئية .</li> </ul>
النفط	
الغاز الطبيعي	
الطاقة المائية	
الطاقة النووية	

● جدول (٣) : أهم التأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة .

\* التعرض لمستويات الإشعاع المنخفضة الناتجة عن الإطلاقات الروتينية للمواد المشعة من محطات القوى النووية ومصانع معالجة الوقود وإدارات النفايات المشعة .

\* تعرضات عالية للإشعاع بسبب الحوادث النووية في أي من مرافق الصناعات النووية .

### الطاقة المائية

تتمثل أهم الأخطار المهنية للطاقة المائية في الحوادث الناتجة أثناء تشغيل المرفق . أما بالنسبة للمخاطر التي يتكبدها عموم الجمهور من الطاقة المائية فتتمثل في :-

\* الإصابات الناتجة عن أمراض بسبب تغير البيئة ونمو بعض الطفيليات والحشرات كالبعوض الذي ينشر الملاريا .

\* حدوث فيضانات قاتلة بسبب انهيار السدود والخزانات .

يبين جدول (٢) مقارنة للمخاطر الصحية الناجمة عن مصادر الطاقة المختلفة حيث يعرض الجدول معدل الوفيات لكل جيجا واط كهرباء سنة من مختلف مصادر الطاقة . وتجدر الإشارة إلى أن هذا الجدول لا يتضمن بعض الأخطار



من المصادر الخمس للطاقة خلال الفترة من عام ١٩٦٩ وحتى عام ١٩٨٦ .

#### ● النفط

تنخفض المخلفات الصلبة والسائلة بالنسبة للنفط إنخفاضاً هائلاً يبلغ عدة آلاف من المرات مقارنة بالفحم . كذلك تنخفض كمية الغازات الحابسة للحرارة والمسببة للأمطار الحمضية والمنطلقة عن احتراق النفط إنخفاضاً كبيراً حيث ينخفض ثاني أكسيد الكربون المنطلق عن النفط لتوليد نفس الطاقة . فضلاً عن ذلك يتفوق النفط على نظيره الفحم لتوليد نفس الطاقة وكذلك المخاطر الصحية المهنية وعلى عموم الجمهور حيث تنخفض مخاطر النفط إنخفاضاً ملحوظاً ولا يتعدى إسهام الحوادث العنيفة الناجمة عن استخدام النفط ثلث إسهام الفحم لتوليد نفس كمية الطاقة .

#### ● الغاز الطبيعي

يتفوق الغاز الطبيعي على النفط من حيث قلة مخاطره الصحية والبيئية بسبب قلة المخلفات الصلبة والسائلة ومعدل إطلاق غاز ثاني أكسيد الكربون وأكاسيد النيتروجين . وعلى الرغم من أن معدل

ويكون تأثيرها محلياً وفي حدود عدة مئات من الكيلو مترات .

### مخاطر مصادر الطاقة

تتميز جميع مصادر الطاقة بمخاطر صحية وبيئية متفاوتة ، وفيما يلي مقارنة موجزة بين أهم مصادر الطاقة الخمس :-

#### ● الفحم

يمثل الفحم من حيث المخاطر الصحية والبيئية أخطر مصادر الطاقة على الإطلاق حيث تتخلف عنه كميات هائلة من النفايات الصلبة والسائلة الضارة بالإنسان والبيئة ، وتنطلق عند احتراقه كميات ضخمة من الغازات الملوثة والحابسة للحرارة فضلاً عن إطلاق كميات من النويات المشعة الطبيعية تسهم في التلوث الإشعاعي للبيئة . كذلك تسهم الحوادث العنيفة الناتجة عن استخراج واستخدام الفحم بأكبر نصيب في معدل الوفيات لوحدة الطاقة بعد مصادر الطاقة المائية . ويبين جدول (٤) الوفيات بسبب الحوادث العنيفة

لمصادر الطاقة من باطن الأرض وانقراض بعض الأجناس الأحيائية .

وتنتج غالبية التأثيرات البيئية من إطلاق عدد كبير من المواد الكيميائية أو المشعة أو غيرها إلى البيئة ، تنتقل عبر مسالك لتصل إلى سطح التربة فتؤثر على الإنسان والحيوان ، ويتناسب مقدار ما يصل للإنسان أو للحيوان مع طبيعة هذه المسالك ومع قيمة الانطلاقات .

وعموماً تتضافر عدد من الصعوبات في إعاقه تقويم ومقارنة الآثار البيئية من مختلف مصادر الطاقة حيث لا يوجد مقياس موحد للمقارنات ، ويصعب في حالات كثيرة تحديد الارتباط بين ونوع التلف الحادث . وعلى سبيل المثال يمكن أن تكون التأثيرات التي تصيب أو تهلك أنواعاً من الحيوانات أو النباتات تأثيرات مستديمة حتى لو كان الإضطراب البيئي الحادث إضطراباً مؤقتاً . لهذا السبب ولأسباب أخرى كثيرة فإنه يصعب إجراء تقويم كمي للتأثيرات البيئية لمصادر الطاقة المختلفة ، وسوف يُكتفى في هذا الصدد بذكر أهم تلك التأثيرات لمصادر الطاقة المختلفة والتي يوجزها جدول (٣) .

هناك ثلاث فئات رئيسية للملوثات ، الأولى تتكون من غازات وجسيمات دقيقة تبقى عالقة بالهواء مدة طويلة ، مثل غاز ثاني أكسيد الكربون ، وتأثير مثل هذه الغازات يكون عالمياً . وتشمل الفئة الثانية جزيئات أو جسيمات ذات فترة بقاء أقصر مثل ثاني أكسيد الكبريت الذي يؤدي إلى الترسيبات الحمضية ويكون تأثيره إقليمياً أو قارياً . أما الفئة الثالثة فتتكون من الهيدروكربونات الثقيلة وترسب عادة خلال ساعات محدودة

المصدر	عدد الحوادث	عدد الوفيات من - إلى	إجمالي الوفيات الفورية	نسبة الوفيات إلى الطاقة المتولدة وفاة / جيجاواط سنة
فحم كوارث مناجم فقط	٦٢	١٠ - ٤٣٤	٣٦٠٠	٠,٣٤
نفط غرق سفن حريق مصفاة حوادث نقل	٦ ١٥ ٤٢	٦ - ١٢٣ ٥ - ١٤٥ ٥ - ٥٠٠	— ٤٥٠ ١٦٢٠	— ٠,٠٢ ٠,٠٨
غاز طبيعي حريق / انفجار	٢٤	٦ - ٤٥٢	١٤٤٠	٠,١٧
طاقة مائية	٨	١١ - ٢٥٠٠	٣٨٣٩	١,٤١
طاقة نووية (تشرنوبل)	١	٣١	٣١	٠,٠٣

● جدول (٤) الوفيات الفورية العالمية بسبب الحوادث العنيفة لمصادر الطاقة (١٩٦٩ حتى ١٩٨٦ م) .

الآخطار المهنية وأخطار عموم الجمهور للغاز الطبيعي أقل من المعدل الخاص بنظيره النفط إلا أن معدل الوفيات بسبب الأحداث العنيفة للغاز تتفوق على المعدل الخاص بالنفط .

### ● الطاقة المائية

تعد الطاقة المائية ومسايط المياه من أنظف مصادر الطاقة على الإطلاق من حيث تأثيراتها البيئية حيث لا يتولد عنها أية مخلفات صلبة أو سائلة ولا تنطلق عنها أية غازات حابسة للحرارة أو مسببة للحموضة إلا أن المصادر المائية تتميز بأعلى معدل للتأثيرات الصحية لعموم الجمهور بسبب الحوادث العنيفة الناجمة عن إنهيار السدود. وبالإضافة إلى ذلك يتميز هذا المصدر بإهدار مساحات شاسعة من الأرض ويغير نمط الحياة والنظم البيئية عليها ، وقد يؤدي إلى انقراض أصناف من النبات والحيوان والأسماك .

### ● الطاقة النووية

تعد الطاقة النووية من حيث التأثيرات البيئية العاجلة قليلة التأثير حيث لا ينطلق عنها غازات ثاني أكسيد الكربون أو أكاسيد الكبريت والنيتروجين . إلا أنه يتولد عنها كميات محدودة من هذه الغازات نتيجة عمليات استخراج وتصنيع الوقود النووي ، ويقترّب معدل الوفيات الناجم عنها من معدل الغاز الطبيعي من حيث التأثيرات المهنية وعلى عموم الجمهور يقل معدل الوفيات عن الحوادث العنيفة من الطاقة النووية بالمقارنة بجميع المصادر الأخرى . إلا أنه يبقى تأثير هام للطاقة النووية مازال خاضعا للتقويم وهو المخاطر الآجلة الناتجة عن الحوادث العنيفة كحادث مفاعل تشرنوبل . كذلك فإنه ينبغي أن تدرج النفايات المشعة المتخلفة عن الطاقة النووية في الحساب ، لأنها تبقى بعد إستغلال الوقود النووي في توليد الطاقة لأكثر من ألف عام ، كما أن التخلص منها - زيادة على تكلفته الباهظة - قد يتسبب في إضرار بيئية وصحية .

## المياه المصاحبة للنفط والتخلص منها

م / محمد عبد القادر الفقي

لم يكن المنتجون الأوائل للنفط يدركون وجود الماء والزيت معا في المكامن البترولية ، وفي الحقيقة ، لم يتم الاعتراف بوجود المياه في مسام الصخور الحاملة للنفط حتى عام ١٩٣٨ م ، رغم الإشارة إليها في عام ١٩٢٨ م بوساطة العالم توري (Tory) ، حيث كان مقتنعا بأن المكامن النفطية تحتوي على مياه تتناثر في مسام التكوينات الصخرية ، ومن المؤسف أن اعتقاد توري هذا قد قوبل وقتذاك بالرفض من قبل زملائه العاملين في جيولوجيا البترول ، ذلك أن معظم الآبار المنتجة للنفط في ذلك الحين لم تكن تنتج ماء عند الإنتهاء من إكمالها ، وبعد ذلك تعرّف كل من جريسوولد (Griswold) و مَن مونس (Munn) على وجود مخاليط الزيت والغاز مع الماء ، ولكنهما كانا يعتقدان أن ثمة إنفصالا محددا للزيت عن الماء ، وأن مخاليط الزيت والغاز والماء لا توجد في الصخور الرملية قبل أن تخترق البئر المحفورة المكمن النفطي .

تم إنشاء أول معمل تجاري لتحليل عينات الصخور الإسطوانية عام ١٩٢٨ م ، وكانت أول عينة إسطوانية يتم إختبارها معمليا هي تلك التي أخذت من حقل برادفورد (Bradford) بولاية بنسلفانيا الأمريكية ، حيث تم تحديد نسبة تشبع كل من الزيت والماء ونسبة المسامية ، وتمثيل ذلك ببيانيا مع العمق . وقد استنتج توري من دراسته للأملاح المعدنية الذائبة المستخلصة من هذه العينة أن الماء يوجد بصورة فطرية في الصخور الرملية المنتجة للزيت .

كان مَن أول من أدرك أن المياه الجوفية المتحركة قد تكون السبب الأول لهجرة وتراكم الزيت والغاز ، غير أن نظريته كانت تقتصر إلى بيانات عملية تدعمها ، واستمر الحال إلى أن قام ميلز (Mills) بإجراء عدد من التجارب العملية حول تأثير حركة الماء والغاز على الموائع والرمال في المكامن النفطية . وقد استنتج ميلز أن هجرة الزيت والغاز وعلوهما فوق الماء تنجم عن عاملين ، هما : قوة الدفع التي تسبب طفو الزيت والغاز فوق الماء ، والتيارات المائية . وقد تعرضت هذه النظرية حينذاك لمناقشات مستفيضة من قبل كثيرين من معاصري ميلز ، ورفضها أغلبهم .

وقد أكدت الحسابات الحجمية التي تم إجراؤها لمعرفة النواحي الهندسية المتعلقة بحقل المياه في حقل برادفورد وجود المياه بوجه عام في الفراغات المسامية الواقعة بين حبيبات الصخور الرملية . وقد وفر جاريسون (Garrison) وسيلثويس (Schilthuis) معلومات تفصيلية حول توزيع المياه والزيت في الصخور المسامية وحول أصل وجود المياه الفطرية كما قُدِّمَت معلومات حول العلاقة بين تشبع الصخور المحتوية على النفط بالماء وبين نفاذية التكوين الصخري للمكمن النفطي .

### أصل المياه المصاحبة للنفط

تتكون الصخور الرسوبية الحاملة للنفط من رواسب طباقية تكونت في المحيطات والبحار والبحيرات والأنهار ،



زيادة مقادير المياه المصاحبة للنفط إذ أنه مع استمرار عمليات الإنتاج فإن كثيراً من حقول النفط تنخفض فيها الطاقة الأولية التي ترفع الزيت إلى السطح إلى أقل المستويات لتصبح معدلات الإنتاج أقل مما كانت عليه في بداية المراحل الأولى من الإنتاج ، لذا تستخدم طرق ثانوية لاستخلاص النفط من المكامن ، ومن أكثر هذه الطرق شيوعاً طريقة الإزاحة بالماء وفيها تضخ المياه خلال آبار خاصة إلى التكوينات الجيولوجية الحاملة للنفط لتدخل إلى المكمن النفطي من عدة نقاط خاصة من الأطراف ، وتقوم المياه المحقونة بإزاحة النفط أمامها ودفعه إلى الآبار المنتجة . تستمر عمليات إنتاج النفط وحقن المياه متلازمتين عادة إلى أن تصبح معظم الموائع ( Fluids ) المنتجة من الآبار النفطية هي الماء .

### ثانياً : مياه النفط المنتج

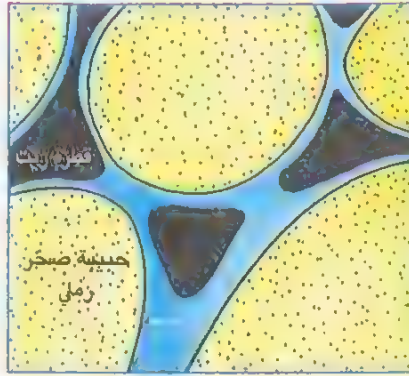
توجد المياه المصاحبة للنفط الخارج من آبار الإنتاج في صورتين هما ماء حر (Free Water) حيث يكون في شكل قطرات أو مقادير مختلفة من الماء ترافق النفط المتدفق من الآبار ، ومستحلب (Emulsion) كون في إحدى صورتين هما : -

#### ١ - مستحلب الماء في الزيت

يعد مستحلب الماء في الزيت (Water in Oil Emulsion) أشهر أنواع المستحلبات الموجودة في النفط شيوعاً ، وتصل نسبته إلى نحو ٩٥ ٪ من نسبة المستحلب الموجود في معظم النفط الخام المنتج من الآبار ، وفي هذا النوع من المستحلبات تكون قطرة الماء محاطة بغشاء رقيق مكون من الماء والزيت وبعض المواد التي تساعد على تكوين المستحلب كالأسفلت أو المواد الغروية أو الأحماض العضوية التي تذوب في النفط .

#### ٢ - مستحلب الزيت في الماء

تبلغ نسبة مستحلب الزيت في الماء (Oil in Water Emulsion) نحو ٥ ٪ من نسبة المستحلب الموجود في أغلب النفط الخام ، وفيه تكون قطرة الزيت محاطة



● شكل (١) حبيبات الصخر الرملي مغطاة بالمياه القطرية وقطرات الزيت .

### أولاً : مياه المكامن النفطية

يوجد الماء داخل المكامن النفطية في أربع صور هي : -

#### ١ - المياه القطرية

توجد هذه المياه في التكوين الصخري للمكمن منذ نشأته ، ولما كان المكمن النفطي يوجد في طبقة صخرية رسوبية كانت تغمرها مياه البحر في الأزمنة القديمة ، فإن بعض مياه البحر تظل محصورة بين حبيبات الصخور المكونة لهذه الطبقة . ويسمى هذا النوع من المياه بالمياه القطرية (Connate Water) ، شكل (١) ، أو المياه المسامية (Interstitial) لأنها توجد بين فراغات الحبيبات المكونة لصخور المكمن النفطي .

#### ٢ - مياه القاع

وهي المياه الموجودة تحت طبقة الزيت مباشرة في أي مكمن نفطي . وتعد مياه البحر التي كانت موجودة في الصخور الرسوبية المكونة للمكمن النفطي مصدراً لهذه المياه حيث تمت إزاحتها إلى قاع المكمن نتيجة لثقل وزنها النوعي مقارنة مع النفط .

#### ٣ - مياه الحواف

وهي المياه التي توجد في حواف مكامن التراكمت النفطية نتيجة لتسرب المياه من سطح الأرض - مثل مياه الأمطار - حتى بلوغها تلك الحواف ، وتعد هذه المياه المصدر الرئيس للضغوط الجروفية التي تدفع الزيت عبر البئر في المكامن ذات الدفع المائي (Water Drive) .

#### ٤ - مياه حقن الآبار

يساعد تنفيذ برامج حقن المياه على

وعليه فمن الطبيعي أن تكون هذه الرواسب مليئة بالمياه ، وستظل هذه المياه في تلك الرواسب إلى ما شاء الله .

ووفقاً لنظرية النشأة العضوية للنفط فإن الكثير من الطبقات الرسوبية السمكية ترسبت في بيئات بحرية . لذا فإن المياه الأصلية المصاحبة للنفط في مثل هذه الرواسب تعد مياهها بحرية ، أما رواسب البحيرات والأنهار القديمة فإنها تحتوي على مياه أقل في بداية ترسيبها . ولكن مع تعاقب السنين ووقوع الأحداث التكتونية ، إضافة إلى غمر البحار والمحيطات لهذه الرواسب وإنحسارها عنها ، فإن هذه الرواسب قد تعرضت آنذاك للمياه البحرية نتيجة لعملية الإرتشاح (Infiltration) .

تتسبب الأحداث التكتونية التي تتعرض لها الطبقات الرسوبية في هجرة النفط من صخر المصدر (Source Rock) إلى صخر المكمن ، ولما كان النفط (كالزيت والغاز) أقل كثافة من الماء ، فإنه يطفو فوق كتلة الماء سواء أكانت فوق سطح الأرض أم تحتها . وبناءً على هذا فإن المياه المصاحبة للنفط في المكامن تحت السطحية تسمى مياه حقول النفط .

من الصعب معرفة أصل المياه المصاحبة للنفط لأنها يمكن أن تكون قد وجدت معه في تواريف مختلفة ومتباعدة . فقد تكون المياه موجودة أصلاً داخل الصخور الرسوبية وفي هذه الحالة فإنها تعد مياه باطنية المنشأ (Endogenetic) ، وقد تكون مياهها إرتشحت من سطح الأرض أو نفذت مع تراكم الرواسب ، وفي هذه الحالة فإنها تعد خارجية المنشأ (Exogenetic) . ويمكن لهذين النوعين من المياه أن يلتقيا ويختلطا في الطبقات تحت السطحية ، ومن ثم فإن الخليط قد يحتوي على مياه ناشئة من مصدرين مختلفين ، وبوجه عام يمكن القول أن مياه البحر تمثل أغلب المياه الموجودة في الطبقات الرسوبية .

### المياه المصاحبة للنفط

يوجد الماء المصاحب للنفط على عدد من الأشكال وذلك على النحو التالي : -

والنحاس والمنجنيز والفضة والقصدير والفاناديوم والحديد .

### إستخدامات المياه المصاحبة

لعل من أهم إستخدامات مياه حقول النفط إستعمالها في التفسير الكمي لبيانات التسجيلات الكهربائية والنيوترونية التي تجرى للآبار النفطية ، كذلك تعد مياه النفط - خاصة المياه الفطرية - المياه الوحيدة التي يمكن إستخدامها في عمليات حقن المياه (Water Flooding) للآبار النفط ولكنها قد تؤدي إلى تآكل مواسير ومضخات الحقل أو إلى إنسداد المنطقة المنتجة للنفط (Pay Zone)، وعليه فإنها في هذه الحالة لا تصلح للإستخدام في عمليات الحقن التي تجرى لزيادة إنتاجية آبار النفط .

### أضرار المياه المصاحبة

من الضروري فصل المياه عن النفط قبل نقله إلى معامل التكرير سواء عن طريق الضخ في خطوط الأنابيب أم بإستخدام الناقلات البترولية . وذلك سواء أكانت تلك المياه مياه فطرية أم مياه حقن الآبار أم الإثنين معا ، وبما أن المياه المصاحبة للنفط - في أغلب الأحيان - مالحة قلوية أو حامضية ، فإنها ، تميل إلى إحداث التآكل الكيميائي (Corrosion) للمعدات المعدنية التي تلامسها .

وحين يمر النفط والماء خلال المضخات وأنابيب الإنتاج وفتحات التصريف وأجهزة المبادلات الحرارية (Heat Exchangers) يختلط أحدهما بالآخر تمام الاختلاط في هيئة قطرات صغيرة جدا يصعب فصل بعضها عن بعض ، وهو ما يعرف بالمستحلب ، ويعد وجود المستحلب مع النفط أمر غير مرغوب فيه بسبب دوره في إحداث التآكل الكيميائي ، ولهذا فإن شركات خطوط الأنابيب ومعامل التكرير ترفض وجود هذا المستحلب في النفط الوارد إليها . ويحتوي الماء المنتج من آبار النفط

تعرض لبعض التغيرات التي طرأت عليها منذ احتياستها في مسام الصخور الرسوبية ، وقد تتخلل مياه الأمطار عبر الصخور من خلال الكسور والصدوع وغير ذلك من المناطق الأخرى ذات النفاذية العالية جاعلة المياه الفطرية عبارة عن محاليل مخففة . ويدل وجود الكربونات والبيكربونات والكبريتات في مياه حقول النفط على أن بعض هذه المياه لا تزال تحمل آثارا عن أصلها الذي كانت عليه على سطح القشرة الأرضية . ويشير إزدياد تركيز المواد الصلبة الذائبة في المياه الفطرية على تركيزه في مياه البحر إلى حدوث تبخر جزئي للمياه أو حدوث إذابة لأملاح إضافية من الصخور المجاورة للصخور الحاوية لهذه المياه .

ويزيد تركيز الأملاح المعدنية في أغلب مياه الصخور الرسوبية لسببين هما زيادة العمق وملاسة هذه المياه لصخور ذات محتوى عالٍ من الأملاح المعدنية في الطبقات الجيولوجية الأكثر عمقا ، ويترتب على ذلك أن يكون المحلول الأكثر كثافة في المستوى الأسفل من الطبقة الصخرية المائية (Aquifer) .

يعد التركيب الكيميائي لأملاح مياه حقول النفط عاملا مهما لتحديد مصدر المياه في الآبار النفطية التي يحدث فيها تسرب من خلال مواسير التبتين (Casing) ، أو من خلال معدات تكملة الآبار (Well Completion) كما أنه هام كذلك في تحديد ومضاهاة الطبقات الصخرية للمكامن النفطية الموجودة في مناطق تتميز بإحتوائها على أكثر من طبقة منتجة خاصة تكاوين عدسات الرمل (Sand lenses) .

يعد ملح الطعام (كلوريد الصوديوم) من أكثر الأملاح انتشارا وشيوعا في المياه المالحة النفطية ، يليه كلوريد الكالسيوم ، أما كربونات وبيكربونات وكبريتات وكلوريدات الماغنسيوم والبوتاسيوم فتوجد بنسب أقل . بجانب ذلك توجد نسب قليلة من أملاح البروم واليود و آثار من أملاح عناصر الإسترونشيوم والبورون

بغلاف رقيق مكون من الماء ونسبة ضئيلة من الزيت وبعض المواد التي تساعد على تكوين المستحلب .

الجدير بالذكر أن المستحلب كلما كان أكثر إتزاناً صعب فصل مكوناته ، أي صعب فصل قطرات الماء عن الزيت فيه ، ومن العوامل التي تجعل المستحلب أكثر إتزاناً وثباتاً ما يلي :-

- عدم امتزاج السائلين معا (الماء والنفط) .
- وجود عمليات تقلب كافية تجعل قطرات الماء تنتشر في الزيت أو العكس ، ونظرا لأن الزيت المنتج من الآبار يمر عادة عبر مجموعة كبيرة من الخطوط والأنابيب والوصلات والصمامات والمضخات ، فإن ذلك يساعد على تكوين المستحلب بإنتشار قطرات الماء في الزيت أو العكس .

- وجود مواد تساعد على تكوين المستحلب كـ بعض الحبيبات الصلبة الدقيقة مثل كبريتات الحديد ، وكبريتات الزنك ، وكربونات الكالسيوم ، والسيليكا ، وكبريتيد الحديد ، وكبريتات الألومنيوم .

### صفات المياه المصاحبة

يطلق على المياه الموجودة مع النفط - إذا استثنينا مياه الحقن - المياه المالحة للحقول النفطية ، لأنها تحتوي على كميات كبيرة من الأملاح الذائبة فيها .

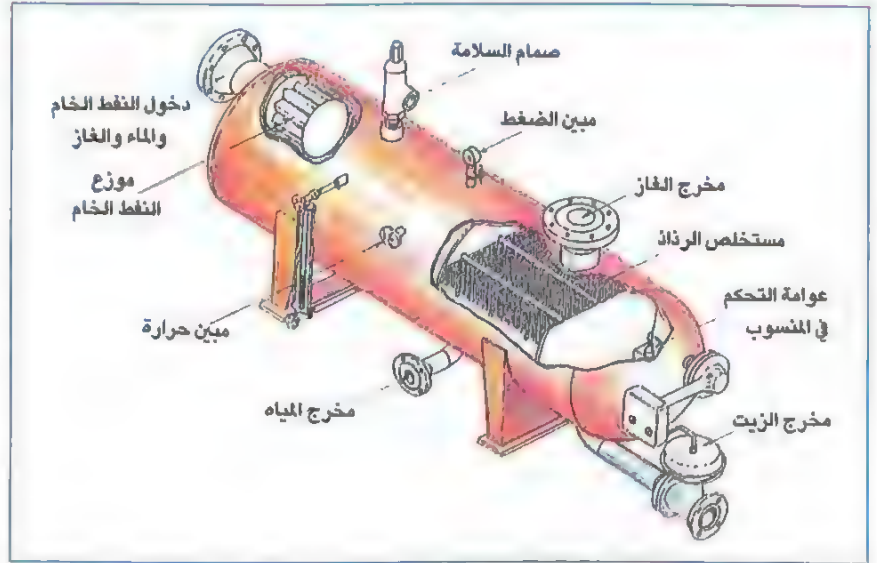
تختلف مياه آبار النفط من حيث تركيز الأملاح ونوعها من إقليم جيولوجي إلى آخر ومن تكوين إلى آخر في الإقليم الواحد ، ويتراوح تركيز أملاح مياه النفط بين المحاليل المالحة الخفيفة (من ألف إلى ثلاثة آلاف جزء من مليون) التي يمكن إستخدامها في بعض العمليات الصناعية ، والمحاليل المالحة المشبعة (أكثر من ٢٧٠ ألف جزء من مليون) التي يمكن أن تكون لها قيمة تجارية حسب نقاوة الأملاح المستخلصة منها .

دلت بعض التحاليل التي أجريت على المياه الفطرية أنها تشابه في تركيبها التركيب الحالي لمياه البحر ، غير أن معظمها قد



ناجحة في كل الحالات نظرا لأنها بدائية ولا تصلح لعمليات الإنتاج المستمر للنفط ، ولأن المستحلبات في أحيان كثيرة لا تنفصل حتى بعد استقرارها في القاع لمدة طويلة جدا ، ويرجع السبب في ذلك إلى أن قطرات المستحلب تكون عادة مشحونة بشحنات كهربائية متشابهة ، ومن ثم يتنافر بعضها عن بعض ، وفي هذه الحالة يمكن استخدام تيار كهربائي متردد لإزالة الشحنات الكهربائية الموجودة على قطرات المستحلب . كما يساعد هذا التيار على تصادم قطرات المستحلب ببعضها البعض ، ومن ثم يزداد حجمها فيسهل ترسيبها ثم فصلها ، شكل (٣) .

ومن أكثر طرق الفصل شيوعا استخدام بعض الأنواع الخاصة من المواد الكيميائية التي تساعد على تكسير الغشاء الرقيق المحيط بالسطح الخارجي لقطرة المستحلب لفتح الفرصة لإنفصال قطرة الماء عن الزيت ، ويستخدم التسخين مع هذه العملية لتقليل لزوجة الزيت ليسهل تحرك قطرات الماء وتمدد الموجود منها داخل مستحلب الماء في الزيت ، ومن ثم يزداد حجمها فتضغط على السطح الخارجي لقطرة المستحلب وتساعد على تكسيره ، وبذلك تتاح لها الفرصة للخروج من الغشاء الحاجز الذي يغلف المستحلب . بعد عملية المعالجة يُسمح للمستحلب المعالج بالدخول إلى جهاز خاص يستخدم لفصل الماء عن الزيت ، حيث تسحب السوائل المنفصلة ويتم ضخ النفط إلى صهاريج التخزين أو معامل التكرير عبر خطوط الانابيب . أما الماء فيتم التخلص منه باستخدام نظام خاص للمعالجة وتصريفه إلى المسطحات المائية ، أو إعادة حقنه إلى التكوينات الصخرية الحاملة للنفط لزيادة الضغوط الجوفية في المكامن النفطية كما سبق الإشارة إليه .



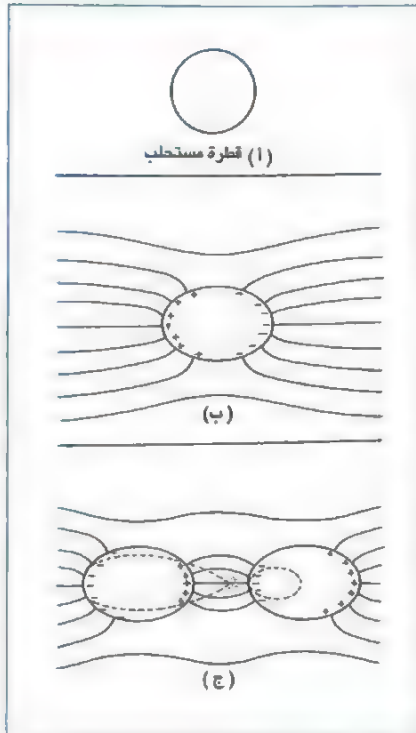
● شكل (٢) رسم تخطيطي لجهاز فصل الماء عن الزيت .

فإن الأخير يطفو فوق الأول ، ومن ثم يسهل فصل كل منهما عن الآخر . أما بالنسبة للمستحلب ، فهناك عدة طرق تستخدم لمعالجته يتمثل أبسطها في ترك المستحلب لمدة طويلة من الزمن دون تقلب أو حركة حتى يستقر الماء في القاع بسبب ثقل وزنه ، وتعد هذه الطريقة غير

والغاز في أحيان كثيرة على مواد يمكن أن تتترك رواسب في صورة قشور (Scales) ، على سطح الأنابيب والأجهزة الموجودة قد تؤدي إلى انسداد الأنابيب والوصلات ويكون من الصعب إزالتها . بالإضافة إلى ما سبق ذكره ، فإن نقل المياه مع النفط الخام يؤدي إلى زيادة تكاليف الشحن ، فضلا عن نقل مادة غير مرغوب فيها ، كما أنها كذلك تتسبب في تلوث المسطحات المائية كالبحار والأنهار والبحيرات .

### فصل المياه عن النفط

من السهل فصل الماء الحر عن النفط الخام عن طريق إمراره على أجهزة خاصة تسمى الفواصل (Separators) ، وفي هذه الأجهزة يتم فصل مكونات الزيت الخام (الغاز الطبيعي والغازات المصاحبة والزيت والماء) بعضها عن بعض ، ومن أبسط أنواع هذه الأجهزة خزان صغير تستخدم فيه قوة الجاذبية الأرضية لفصل النفط عن الغاز ، شكل (٢) . نظرا لخفة وزن الغاز فإنه يصعد إلى أعلى الخزان ليوجه إلى أنظمة التجميع أما الزيت والماء فإنهما يهبطان إلى قاع الجهاز . ولما كان الماء أثقل من الزيت ،



● شكل (٣) رسم تخطيطي يبين دور التيار الكهربائي في تجميع قطرات المستحلب .



# تكرير النفط

د. محمد هادي الخطيب

يخضع النفط الخام قبل البدء في عمليات التكرير إلى عمليات تنقية ومعالجة أولية تشمل إزالة الغازات المذابة والماء والأملاح والشوائب الأخرى مثل الرمل والطين.

النفط وترسب الشوائب في قاع الخزان حيث يمكن إزالتها.

## ٢ - إزالة الأملاح

بعد تنقية النفط من الشوائب تبدأ عملية إزالة الأملاح والتي تتم بعدة طرق منها مايلي :-

● المعالجة بمواد كيميائية : وتشمل المعالجة بالصوابين ، الأحماض الدسمة ، السلفونات ، أو الكحولات ذات الوزن الجزيئي المرتفع لإزالة الإستحلاب الناتج عن المعلقات المائية المحيية في النفط الخام وتحويله إلى معلقات متجمعة يتم فصلها بالترقيد .

● المعالجة بالمواد الكيميائية والكهرباء : ثم يتم بإضافة مواد كيميائية مانعة للإستحلاب لتشكل معلقات يتم فصلها بمعالجة كهربائية وذلك بإخضاعها إلى فرق جهد مرتفع يساعد على إلحامها مع بعض عند الأقطاب وترسبها ، بعد ذلك تجرى عليها عملية الترقيد ، شكل ( ٢ ) .

● المعالجة بالماء الساخن : وتتم

كلوريد الكالسيوم وكلوريد المغنسيوم - والرمل والطين ويجب فصل هذه الشوائب قبل بدء عمليات التقطير لأنها تسبب مشاكل كثيرة عند معالجة النفط خاصة في وحدة التكرير ، إضافة إلى أنها تؤدي إلى خفض جودة متبقيات التقطير وزيادة نسبة الرماد فيها ، وتتم هذه المعالجة كآلاتي :-

## ١ - إزالة الماء والشوائب العالقة

يتم إزالة الماء والشوائب العالقة مثل الرمل والطين وغيرها بترقيد النفط الخام في خزانات تعرف بخزانات الترقيد حيث يطفو

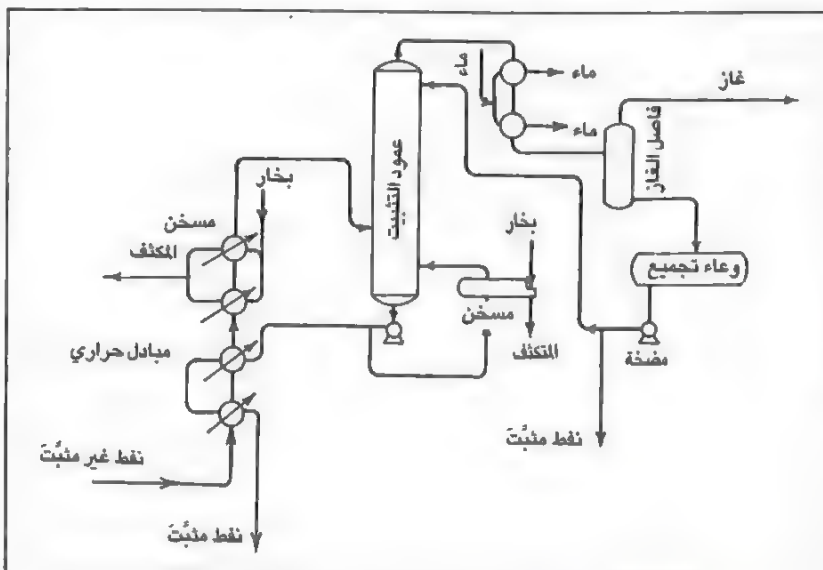
بلى ذلك إخضاع النفط إلى عمليات التكرير المختلفة والتي تشمل على عمليات فيزيائية ( التقطير وتشبيت المقطرات الخفيفة والتنقية ) وكيميائية ( تكسير ، إعادة تشكيل ، وعمليات كيميائية أخرى ) .

## التشبيت

تتم هذه العملية بوساطة فصل الغاز الحر - الموجود فوق طبقة النفط - والغاز المذاب فيه. وتجرى هذه العملية عموماً في منطقة إنتاج النفط في أجهزة خاصة على عدة مراحل وذلك بخفض سرعة حركة مزيج النفط والغاز ، كما ويمكن أن تجرى هذه العملية أيضاً في مصافي تكرير النفط كمعالجة أولية لاستعادة الغاز منه، شكل (١) .

## المعالجة الأولية

يصاحب النفط عادة عند إستخراجه ماء وشوائب أخرى مثل الأملاح - توجد بصورة أساس على شكل كلوريدات مثل كلوريد الصوديوم ،



● شكل (١) مخطط مبسّط لتثبيت النفط الخام .



الغازات ، وبالتبريد الأولي للمنتجات بواسطة مبادلات حرارية.

وتجرى عملية التقطير في أنظمة تقطير مختلفة منها : أنظمة تقطير ذات مرحلة واحدة ، أنظمة تقطير ذات مرحلتين ، ونظام تقطير نفط خام مع وحدة معالجة بالهيدروجين ومجزئ .

يمكن تصنيف نواتج تقطير النفط تحت الضغط الجوي إلى ما يلي :-

● غازات ( الميثان ، الإيثان ، البروبان ، البوتان ، البنتان ) .

● مقطرات خفيفة ( غاز البترول المسيل ، إيثربترول ، جازولين ، نفتا ) .

● مقطرات متوسطة ( كيروسين ، زيت وقود ، زيت غاز ، مقطرات شمعية خفيفة ) .

● مقطرات ثقيلة ( ديزل ، زيوت تزييت ) .

● بقايا ( أسفلت ، راتنجات ، أسفلتينات وسوائل لزجة أو شبه صلبة ) .

(ب) التقطير تحت ضغط منخفض :

تجرى هذه العملية عند درجة حرارة أقل من تلك التي تحدث عندها تفاعلات تكسير حراري أو تحطيم وتحت ضغط منخفض

يتراوح ما بين ٥٠ إلى ١٠٠ مم. زئبق ، وتسمح هذه الطريقة بتقطير المواد في درجة حرارة أقل من درجة غليانها . وتستخدم

عملية التقطير تحت الضغط المنخفض للحصول على نواتج أثقل من تلك التي يتم

الحصول عليها في عملية التقطير تحت الضغط الجوي ، وتعتمد نواتج هذه العملية

على نوع اللقيم وظروف التشغيل ، ومن هذه النواتج زيت غاز ثقيل وزيوت تزييت

خفيفة ومتوسطة وثقيلة وشمع وبيتومين .

(ج) تقطير الزيت الخفيف : ويتم لتثبيت المقطرات الخفيفة عن طريق

فصل الغازات المذابة فيها وتجزئتها إلى أجزاء بدرجات غليان منخفضة ،

ويتضمن غاز التثبيت جزء كبيراً من المركبات الهيدروكربونية المحتوية

على ثلاث أو أربع ذرات كربون ( C3 أو C4 ) وهي تشكل مورداً

خصباً للصناعات البتروكيميائية نظراً لإحتوائها على البروبلين

والبوتيلين . تتم هذه العملية في أعمدة تثبيت حيث تنزع المركبات

الهيدروكربونية من C1 إلى C4 من اللقيم ، ثم تجزأ هذه المكونات

وتعتمد عملية التقطير على فصل المنتجات النفطية على حسب درجة غليان كل جزء من

مكوناته . وفيما يلي شرح موجز لأهم عمليات التقطير المستخدمة في فصل وتنقية

المنتجات النفطية ، وذلك على النحو التالي :-

( ١ ) التقطير تحت الضغط الجوي :

وتهدف إلى فصل النفط الخام إلى أجزاء مختلفة حسب نطاق درجات غليانها حيث

تكون السوائل ذات درجات الغليان المنخفضة أكثر تطايراً من تلك التي لها

درجات غليان أعلى ، وتشتمل عملية التقطير تحت الضغط الجوي عند ٧٦٠ مم زئبق ،

شكل (٣) على مراحل رئيسة هي تسخين مبدئي للقيم ( Feed Stock ) باستخدام

مبادلات حرارية ، يليه تسخين باستخدام الأفران الأنبوبية إلى درجة حرارة ٣٠٠ إلى

٤٠٠ °م ، ثم فصل المنتجات الرئيسية في عمود التجزئة الذي قد يصل طوله في بعض

الوحدات إلى ٤٥ متر ويحتوي على ٣٠ إلى ٥٠ طبقة تجزئة ، وبعدها يتم فصل

الغازات الناتجة باستخدام أبراج فصل

بإضافة الماء الحار عند درجة حرارة ٩٥ إلى ١٥٠ °م وضغط يتراوح ما بين ٢ إلى ٨ جو

إلى النفط المسخن ، بكمية تتراوح ما بين ١٠ إلى ١٥ ٪ من حجم الزيت حيث يتم

إستحلاب المزيج لينتقل الملح إلى الطور المائي ، وبعدها تفصل المعلقات المائية

الملحية المعالجة بالماء الساخن عبر أبراج ملوثة بالرمل والحصى .

## العمليات الفيزيائية

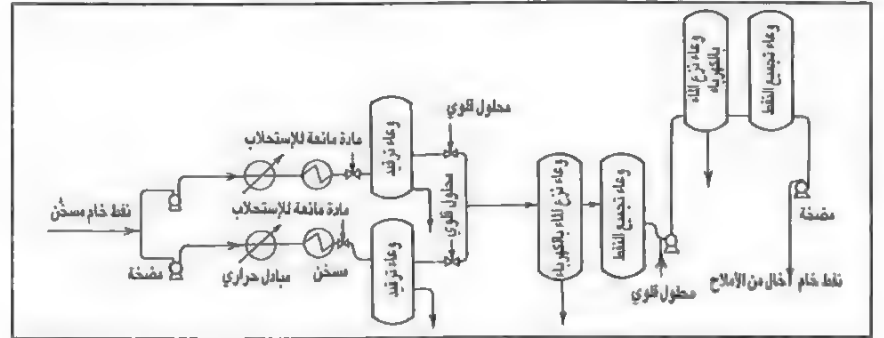
تشمل العمليات الفيزيائية لتكرير النفط عمليات التقطير بأنواعها المختلفة ، وعمليات

التنقية بالمذيبات والإدمصاص ، ويمكن شرح هذه العمليات فيما يلي :-

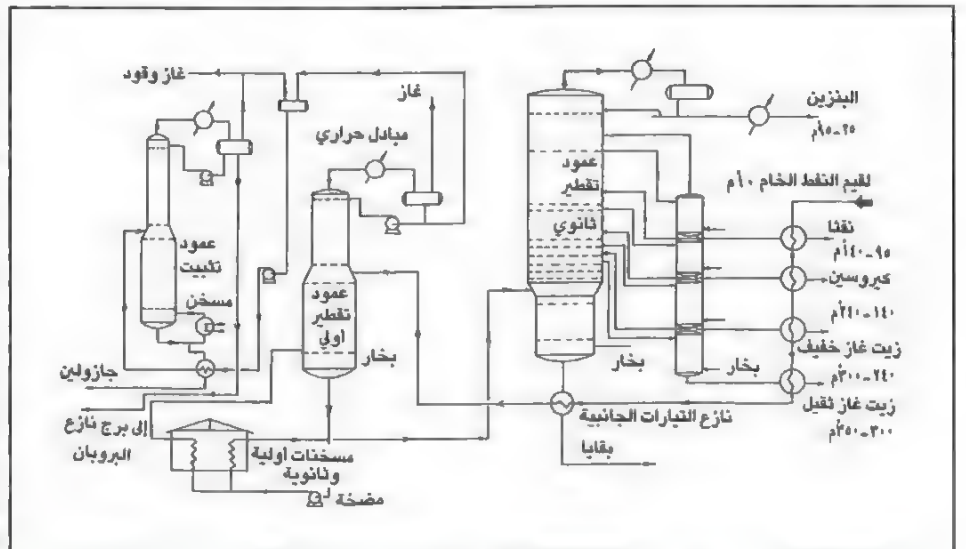
### ● التقطير

تعد عملية تقطير النفط الخام الخطوة الأولى في تصنيعه للحصول على المشتقات

النفطية بأنواعها المختلفة ، وهي أكثر العمليات أهمية في مصفاة تكرير النفط ،



● شكل (٢) مخطط مبسط لوحدة نزع الأملاح من النفط الخام بالكهرباء .



● شكل (٣) مخطط مبسط لوحدة تقطير للنفط الخام مرتبطة مع وحدة تثبيت .

وطبيعة المذيب ، وبنية المركب الهيدروكربوني. وتستخدم هذه العملية لنزع العطريات والأولييفينات من المنتجات النفطية المعدة لإنتاج زيوت التزيت ، وإستخلاص العطريات من نواتج عمليات إعادة التشكيل وإضافتها إلى الجازولين لرفع عدد الأوكتان أو استخدامها كمواد أولية في الصناعات البتروكيميائية. كما تستخدم هذه الطريقة لتجزئة الإسفلتينات والمخلفات البترولية ، وتنقية زيوت التزيت من العطريات الثقيلة ، ومن أهم المذيبات المستخدمة والشائعة في هذه العملية الفورفورال والفينول وثنائي كلوروايثيل الإيثر والنتروبنزين والإيثيلين جليكول .

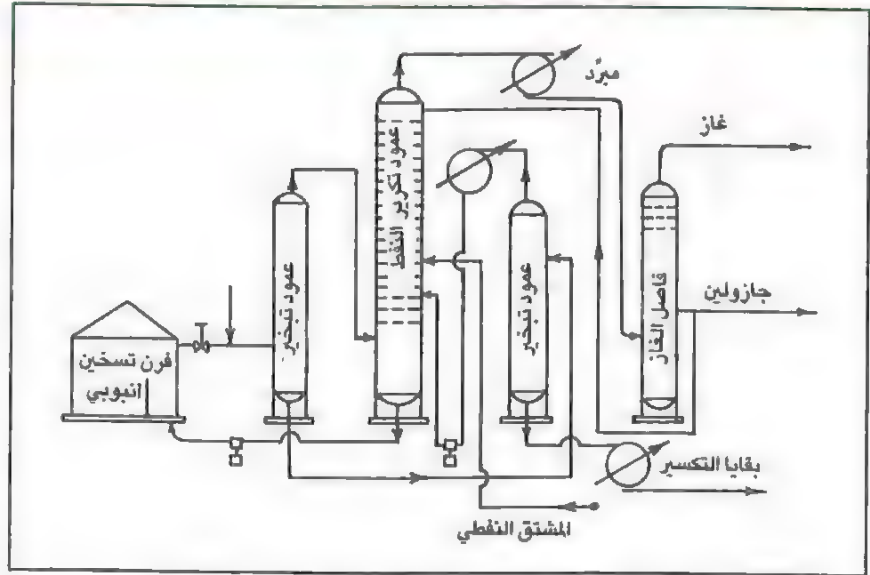
\* **التنقية بالإدمصاص** : وهي عملية فصل فيزيائية يتم فيها دخول بعض جزيئات المادة ( سائل - غاز ) داخل البنية الشبكية لمادة الإدمصاص بينما تطرد الجزيئات الأخرى إلى الخارج ، وتعتمد فعالية الإدمصاص على حجم مسامات سطحها . وفي مجال تنقية المشتقات البترولية يمكن إستخدام مواد صلبة ذات مسامية عالية كالسيليكا جل (Silica gel) لفصل العطريات من الهيدروكربونات ، الفحم الحيواني المنشط لإزالة المكونات السائلة من المكونات الغازية. ومن مواد الإدمصاص الأخرى المناخل الجزيئية والزيولايت ، وهي مواد ذات طبيعة إنتقائية تستخدم لفصل البرافينات النظامية عن وقود الجازولين بغية رفع العدد الأوكتاني له .

### العمليات الكيميائية

تجرى العمليات الكيميائية على جميع أو بعض المشتقات النفطية الناتجة من وحدات التقطير في مصافي النفط للحصول على منتجات ذات نوعية جيدة تتناسب مع متطلبات الإستخدام ، مثل عملية تحسين وإنتاج الجازولين والكروسين وزيت الغاز وزيوت التزيت ومنتجات هيدروكربونية خفيفة تستخدم كلقائم في وحدات الصناعات البتروكيميائية ، ومن هذه العمليات ما يلي :-

#### ● التكسير الحراري

وهو عبارة عن عملية كيميائية حرارية تجرى بدون مواد محفزة تحت تأثير درجات حرارة عالية وضغوط مرتفعة ، ويتم فيها تكسير النفط الخام الثقيل وبوافي التقطير الناتجة من وحدات التقطير



● شكل (٤) مخطط مبسط لوحدة تكسير حراري لمشتق نفطي .

(هـ) **التقطير الإستخلاصي** : وهو عملية تستخدم لفصل مكونين أو أكثر من بعضهم البعض وذلك بواسطة مذيب يشبه أحد المذيبات المستخدمة في التقطير الأزيوتروبي ولكن له درجة غليان أعلى من درجات غليان المكونات النقية للمزيج ، ومن أمثلة هذا النوع من التقطير فصل البوتادايثين عن أجزاء C4 الناتج من عملية التكسير الحراري أو عملية نزع الهيدروجين ، وفصل الأيزوبرين من نواتج عملية نزع الهيدروجين من مزائج الأيزوبنتان والأيزوأميل ، وفصل العطريات من نواتج المركبات الهيدروكربونية المشبعة من نواتج عمليات التكسير الحراري والأجزاء الناتجة عن إعادة التشكيل الوسيطى ، كما يمكن بواسطته إجراء التنقية الإنتقائية للزيوت من العطريات وتجزئة العطريات أحادية الحلقة وثنائية الحلقة وغيرها من عمليات الفصل الأخرى .

#### ● عمليات التنقية

عبارة عن عمليات فصل فيزيائية تهدف للحصول على منتجات ذات نوعية جيدة ، ومن أمثلة تلك العمليات التنقية بالمذيبات والتنقية بالإدمصاص ، وفيما يلي شرحاً موجزاً لكل منهما :-

\* **التنقية بالمذيبات** : تعتمد هذه الطريقة على اختلاف درجة ذوبان مجموعات المركبات الهيدروكربونية في المذيبات القطبية المختلفة وذلك حسب نسبة المشتق النفطي إلى المادة المذبة ، ودرجة الحرارة ،

لإستعادة نواتج غاز البترول المسيل (LPG) ، شكل (٤) .

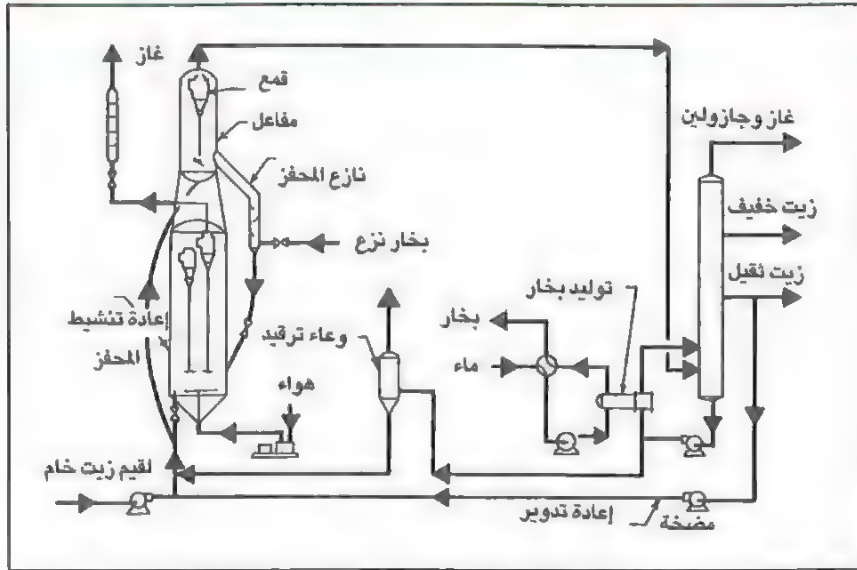
(د) **التقطير الأزيوتروبي** : وهو عملية فصل مكونين خليط من بعضهما البعض حيث تكون درجة غليان الخليط مختلفة عن درجتى غليان المكونين النقيين وذلك بإضافة مذيب له درجة غليان أقل من درجة غليان المكونين النقيين . وينتج عن ذلك تكوين مزيج آخر مع أحد المكونين ليبقى المكون الآخر الذي يسهل فصله عن الخليط الأصلي بالتقطير ، وهناك نوعان من الخلائط الأزيوتروبية هما الخلائط المتجانسة التي تمتزج مكوناتها في الحالة السائلة والخلائط غير المتجانسة التي تنفصل مكوناتها إلى طبقتين غير ممزجتين عند تكثيف أبخرتها .

وتتصف المذيبات المستخدمة في عملية التقطير الأزيوتروبي بالصفات التالية :-

- ذات درجات غليان أقل من درجة غليان جميع مكونات النظام .
- غير فعالة تجاه مكونات النظام .
- ثابتة حرارياً أي غير قابلة للتفكك عند درجات الحرارة المرتفعة .
- ذات انتقائية عالية .
- لا تسبب تآكلاً للوحدات .

ومن أمثلة المذيبات المستخدمة في عمليات الفصل المختلفة : الأسيتون ، الكحول الميثيلي ، الأسيتونتريل ، إيثيلين جليكول ، ثنائي إيثيلين جليكول ، ثلاثي إيثيلين جليكول ، ثنائي ميثيل الفورم أميد ، الفينول وغيرها من المذيبات الأخرى .





● شكل (٥) مخطط مبسط لوحدة تكسير محفز بالطور السائل.

ويحدث على هذه الحافزات صنفين من التفاعلات هما تفاعلات هدرجة الأوليفينات والمركبات العطرية الحلقية ومركبات الكبريت والنيتروجين والأكسجين، تفاعلات تكسير روابط كربون-كربون.

### ● إعادة التشكيل المحفز

تستخدم هذه الطريقة للحصول على جازولين السيارات بعدد أوكتان مرتفع أو لإنتاج مركبات هيدروكربونية عطرية مثل البنزين والتولوين والزايلينات، ومن اللقائم المستخدمة في هذه العملية النفثا أو الجازولين في وجود حافزات عادة ما تكون على نوعين هما حافزات أكسيد الموليبدنوم والكروم المحمل على الألومينا، أو حافزات بسلاتين محمل على الألومينا. ومن أهم التفاعلات الرئيسية التي تحدث أثناء إعادة التشكيل المحفز تفاعلات نزع هيدروجين من النفثينات وتفاعلات نزع هيدروجين وتحلق للبرافينات النظامية وتفاعلات تكسير بالهيدروجين للبرافينات وتفاعلات نزع هيدروجين مصحوب بتحول أيزوميري (Isomerization) للنفثينات وتحول أيزوميري للبرافينات النظامية إلى أيزوبرافينات ونزع كبريت ونيتروجين بالهيدروجين. وتتوقف نوعية النواتج السائلة والغازية في هذه العملية على نوع اللقيم المستخدم وظروف التشغيل، وتجرى العملية عادة تحت ضغط يتراوح ما بين ١٠ إلى ٣٤ جو ودرجة حرارة من ٤٥٠ إلى ٥٤٠°م ونسبة جزئية من الهيدروجين للهيدروكربون من ٣:١ إلى ٦:١.

روابط كربون-كربون في المركبات الهيدروكربونية إلى برافينات ذات ذرات كربون أقل وإلى أوليفينات، وتماكب، ونزع هيدروجين، وتحلق مؤدية إلى تشكل مركبات عطرية. ويتوقف حدوث هذه التفاعلات على ظروف التشغيل ونوع اللقيم المستخدم والمنتج المرغوب إنتاجه. ويبين شكل (٥) مخططاً مبسطاً لوحدة تكسير محفز بالطور السائل.

### ● التكسير المهدرج

هو عملية تكسير حراري - بوجود هيدروجين - للأجزاء النفطية من النفثا إلى أجزاء غير القابلة للتقطير بما فيها المقطرات والبقايا الناتجة عن التقطير تحت الفراغ مع هدرجة المركبات الأوليفينية الناتجة عن التكسير تحت ضغط مرتفع. وتهدف هذه العملية إلى إنتاج نوعيات جيدة من النفثا ووقود الطائرات وزيت تزييت، وأحياناً لإنتاج مركبات هيدروكربونية مشبعة لها أوزان جزيئية ودرجات غليان منخفضة. ويتم في هذه العملية أيضاً نزع الكبريت والنيتروجين والأكسجين. وتعد هذه العملية مشابهة لعمليات التكسير المحفز ولكن الاختلاف الأساس بينهما في أن نسبة التحول العامة للبرافينات فيها أعلى من نسبتها أثناء التكسير المحفز. وتتم هذه العملية على حافزات ثنائية الوظيفة وفعالة لوسائط النيكل - الكوبالت - الموليبدنوم المحملة على السيليكا والألومينا والزيولايت،

تحت الضغط الجوي وتحت الضغط المنخفض والتي لها درجات غليان مرتفعة (وزن جزيئي مرتفع)، إلى منتجات لها درجة غليان منخفضة (وزن جزيئي منخفض). وتحدث أثناء التكسير تفاعلات أخرى مثل نزع الهيدروجين من النفثينات ونزع الألكيل من العطريات وتشكل وإعادة اتحاد جذور حرة (Free Radicals)، وإعادة هدرجة، وتفكك وتكاثف للأوليفينات المتشكلة، وتحلق (Cyclization) مركبات عطرية أحادية الحلقة أو متعددة الحلقات، أو تفاعلات تشكل فحم الكوك. وتتوقف تلك التفاعلات على نوع اللقيم المستخدم وظروف التشغيل ونوع المنتج المراد إنتاجه، ومن أمثلة ذلك ما يلي:-

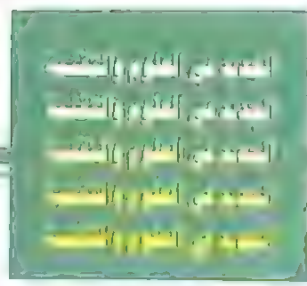
● إنتاج جازولين من مشتقات ثقيلة باستخدام التكسير الحراري في الطور المختلط عند درجة حرارة من ٢٨٠ إلى ٤٩٠°م وضغط، يزيد على ٢٠ جو، وإنتاج أوليفينات وعطريات باستخدام التكسير الحراري في الطور الغازي عند درجة حرارة من ٥٥٠°م إلى ٦٠٠°م وضغط أقل من ٤ جو.

● إنتاج جازولين ومقطرات متوسطة درجة الغليان وغازات أوليفينية باستخدام التكسير الحراري الانتقائي لزيت ثقيل عند درجات حرارة تتراوح ما بين ٤٨٠ إلى ٥٣٠°م وضغط يتراوح ما بين ٢٥ إلى ٤٠ جو وهكذا.

### ● التكسير المحفز

التكسير المحفز عملية كيميائية حرارية تتم في وجود مواد محفزة (Catalysts) وتجرى عند درجات حرارة مرتفعة باستخدام حافزات (وسائط) من السيليكا أو الألومينا أو المغنيسيا. وتهدف هذه العملية أساساً إلى الحصول على نوعية جيدة من الجازولين بعدد أوكتان مرتفع، ومكونات قطرات متوسطة بتحويل زيت الوقود تحت ظروف معينة، وتعد هذه العملية أيضاً إحدى مصادر أجزاء C3 و C4 الهامة في الصناعات البتروكيميائية.

تجرى عملية التكسير المحفز في مفاعلات ذات الطبقة الثابتة (Fixed Bed) أو ذات الطبقة الفوّارة (Fluidized Bed) عند درجات حرارة من ٤٥٠ إلى ٥٢٥°م وتحت ضغط يقرب من الضغط الجوي، يكون التفاعل الرئيس في هذه العملية تكسير



## ● عمليات كيميائية أخرى

رغم أهمية العمليات المذكورة أعلاه في الصناعات النفطية ولكن هناك عمليات أخرى منها :-

(أ) التماكب : هو عملية تحويل أيزوميري يتم فيها إعادة ترتيب لهيكل الجزيئة الهيدروكربونية دون تغير في نوع وعدد الذرات المكونة له ، ويمكن إستخدام هذه العملية لتحويل البرافين النظامي في الجزء الجازولين إلى أيزوبرافين لرفع عدد أوكتان الجازولين ، وفي هذه الحالة فإن الوحدات المستخدمة في عمليات التماكب لا تختلف كثيراً عن الوحدات المستخدمة في عمليات إعادة التشكيل ، حيث تكون المادة المحفزة المستخدمة في هذه العملية كلوريد الألمنيوم المنشط وحامض الكلور عند درجة حرارة ١٣٠°م وضغط يبلغ حوالي ٥٥ جو .

(ب) الألكلة : ويتم فيها إنضمام الأوليفين إلى البرافينات لتشكيل أيزو برافينات ذات أعداد أوكتانية مرتفعة جداً ، ويمكن إستخدام هذه العملية لإنتاج جازولين ذو عدد أوكتان مرتفع ، ويتم هذه العملية بوجود مواد محفزة من كلوريد الألومنيوم أو حامض الكبريتيك أو فلوريد الهيدروجين ، وتعتمد ظروف التشغيل على نوع اللقيم والمادة المحفزة المستخدمة .

(ج) البلمرة المحفزة : ويتم فيها تشكّل مركبات ثنائية أو متعددة الجزيئة من الأوليفينات ذات الوزن الجزيئي المنخفض ، وتستخدم هذه العملية لتحويل الغازات الناتجة من عمليات التكرير - مثل عمليات إعادة التكسير الحراري والتكسير الوسيط - والغنية بالأوليفينات إلى جازولين بعدد أوكتان مرتفع . وتجري هذه العملية بوجود مادة محفزة مكونة من حامض الفوسفور المحلّ على فوسفات النحاس أو الكادميوم عند درجة حرارة تتراوح ما بين ١٥٠ إلى ٢٥٠°م وضغط ١٠ إلى ٨٥ جو .

## عمليات تنقية أخرى

تخضع المشتقات النفطية لمعالجات أخرى قبل تسويقها كالمعالجة بالأحماض ، والقلويات ، وعمليات التحلية ، وفصل المواد الشمعية من المقطرات بإستخدام اليوريا ، والمعالجة المانعة بالأكسدة ، والمعالجة بالهيدروجين لإزالة مركبات الكبريت .

## الوقاية من إيدز الاتصال الجنسي

أشار فريق من الباحثين في الولايات المتحدة الأمريكية إلى ظهور لقاح جديد يمكنه أن يحمي القروء من إنتقال - عن طريق المهبل - فيروس نقص المناعة (SIV) المشابه وراثياً لفيروس نقص المناعة عند الإنسان (HIV) ، والذي يسبب مرض الإيدز . يأمل الباحثون أن دراسة كهذه ستقود إلى تطوير لقاحات بشرية ستمنع - بإذن الله تعالى - إنتقال فيروس نقص المناعة (عند الإنسان) عن طريق الاتصال الجنسي .

لإثبات ذلك ، قام فريق البحث بشطف مهبل القروء بسائل يحتوي على تركيز عال من فيروس نقص المناعة (SIV) .

بعد ثمانية أسابيع من تعريض القروء للفيروسات ، قام العلماء بفحص دم القروء عدة مرات لإثبات الإصابة بفيروس نقص المناعة من عدمه ، فكانت النتيجة إصابة قرد واحد فقط وظهور علامات الإصابة في قرد آخر ، إلا أن الفحوصات التالية أثبتت أنه غير مصاب ، أما الأربعة الباقية فقد بقيت خالية من الفيروس طيلة فترة الدراسة المتبقية .

ولتحديد فيما إذا كانت هذه المناعة ستبقى لوقت طويل ، أعطى الباحثون القروء الأربعة المتبقية سلسلة من الجرعات المحفزة ثم عرضوها للفيروس ، وبعد ذلك فحصوها ، فوجدوا ثلاثة منها خالية من الإصابة .

علق عالم الفيروسات شو لوك هو (Shiu Lok Hu) ، من جامعة واشنطن في مدينة سياتل قائلاً : « مع أن هذه الدراسة تقوّي الأمل في أن العلماء يمكن أن يطوروا في يوم من الأيام لقاح يقلل من الإصابة - عن طريق الإتصال الجنسي - بمرض نقص المناعة عند الإنسان ، إلا أنه من الصعب معرفة مدى نجاح تلك الطريقة - التي إتبع مع القروء - في الإنسان » ، وأضاف يقول « بأن قابلية المرأة للإصابة بفيروس الإيدز من خلال الاتصال الجنسي مع رجل حامل للفيروس أكثر من قابلية الرجل في الحالة المعاكسة ، وأنه في حالة الرجال يرى العلماء أن فيروس نقص المناعة (عند الإنسان) يغزو الجسم من خلال الغشاء المخاطي المبطن للإحليل » .

لذا يوصي العلماء بأن دراسة إضافية على الحيوانات ضرورية قبل أن يختبر على الإنسان . وكما يقول ماركس : « أنا لا أستطيع التنبؤ بأن لقاحاً صالحاً للبشر سيكون متاحاً في ١٩٩٤م ، فقد أخذنا في هذه الدراسة خمس سنوات حتى وصلنا إلى هذه النقطة » .

Science News, Vol. 143 (22) p. 340, 29th May, 1993

يقول عالم الفيروسات برستون ماركس (Preston A. Marx) الباحث الرئيسي في هذه الدراسة « إن انتقال فيروس نقص المناعة (عند الإنسان) عن طريق الاتصال الجنسي هي الفكرة السائدة في جميع أنحاء العالم . فحسب تقديرات منظمة الصحة العالمية أن معظم الثلاثة عشر مليون إنسان المصابين بمرض نقص المناعة منذ عام ١٩٨١م قد انتقل إليهم المرض عن طريق الاتصال الجنسي » . وقد أثبت ماركس في عام ١٩٨٩م بأن القروء يمكن أن تصاب بهذا المرض بنفس الطريقة .

يمثل اللقاح الجديد تطور واعد في الجهود المبذولة لايقاف إنتشار هذا المرض المميت ، كما أشار إلى ذلك أنتوني فوسي (Anthony S. Fauci) ، مدير المعهد الوطني لأمراض الحساسية والإلتهابات ، والباحث في مرض الإيدز ، لمجلة (Science News) . ومع ذلك ينبّه فوسي إلى أنه قد يحتاج لعدة سنوات قبل أن يجرب لقاح مشابه على الإنسان .

من جانب آخر ، أشار الباحث جون إلدرج (John Eldridge) من جامعة الأيما في برمنجهام أن لقاحات فيروس نقص المناعة عند القروء التي كانت تؤخذ عن طريق الأوردة فشلت في تحصين إناث القروء ضد المرض ، وعليه قام هو وزملاؤه بتعريض الفيروسات لجرعات مميتة من الفورمالين . بعد ذلك ، غلفوها بخلاف رقيق من مادة بوليستر قابلة للتحلل ، ثم أعطيت هذه المادة لست من إناث القروء على هيئة حقن عضلية الهدف منها تنشيط نظام المناعة .

تلقت القروء ، بعد ذلك ، سلسلة من المعالجات المنشطة لتنبيه جهاز المناعة الخاص بحماية الغشاء المخاطي المبطن للمهبل . وذلك بإعطاء ثلاثة من القروء مشط عن طريق الفم ، ورش اللقاح مباشرة في القسبة الهوائية للثلاثة الأخرى .

أظهرت جميع القروء الست وجود أجسام مضادة للفيروسات في السائل المهبل لها بعد تلك المعالجات المنشطة . ولكن هل يمكن لهذه الأجسام المضادة أن توفر حماية ضد الفيروسات المميتة ؟.





# مساحة للتفكير

## مسابقة العدد

### إعادة مسابقة العدد السادس والعشرين

تأسف أسرة التحرير للخطأ المطبعي الذي حدث في مسابقة العدد السادس والعشرون ، وفيما يلي نورد النص الصحيح للمسابقة وطريقة حلها :-

- عبد الله له زوجة وبنت ، البنت لها زوج وابن - فإذا توفرت لديك المعلومات التالية :-
- ١ - أحد الخمسة أشخاص طبيب ، وأحد الأربعة الباقين مريض لدى هذا الطبيب .
  - ٢ - الطبيب ولده ( ذكر / أنثى ) وأحد والدي المريض (أبيه أو أمه) من نفس الجنس ( ذكر / أنثى ) .
  - ٣ - الطبيب ولده ليس المريض وليس أحد والدي المريض (أبيه أو أمه) .
- من المعلومات السابقة من هو الطبيب ؟

### حل المسابقة ( الطبيب )

من (٢) الطبيب له ولد ( ذكر / أنثى ) من بين الخمسة أشخاص ، لذلك الطبيب يمكن أن يكون أي واحد من الخمسة عدى ولد البنت .

من (٣) إذا كان عبد الله أو زوجته الطبيب فإن ابنته لا يمكن أن تكون المريضه ، بينما إذا كانت بنت عبد الله أو زوج بنته هو الطبيب فإن ابن بنته لا يمكن أن يكون المريض ، وبناء على ما تقدم فإن الإحتمالات تكون على النحو التالي :-

المريض	الطبيب
ولد بنت عبد الله	( أ ) عبد الله
ولد بنت عبد الله	( ب ) زوجة عبد الله
بنت عبد الله	( جـ ) بنت عبد الله
بنت عبد الله	( د ) زوج بنت عبد الله

\* الإحتمال (جـ) لا يمكن قبوله .

\* الإحتمالين ( أ ) و ( ب ) لا يمكن قبولهما حيث ورد في ( ٣ ) من السؤال أن الطبيب ولده ليس المريض وليس أحد والدي المريض (أبيه أو أمه) .

● عليه فإن الإحتمال الوحيد المقبول هو ( د ) وفي هذه الحالة فإن الطبيب هو زوج بنت عبد الله .

## مصطلحات علمية

### ● استكشاف مبدئي

#### Preliminary Exploration

دراسة عامة لمنطقة معدنية أو فحمية أو نفطية لتحديد بنيتها التركيبية ، وأبعاد الطبقات أو التكوينات الحاملة للمادة الخام لتقدير إمكاناتها الاقتصادية .

#### ● نطاق الإنتاج Producing Horizon

التكوين الصخري المسامي الذي يستخرج منه النفط ، أو الذي يمكن إستخراجه منه مثل الحجر الرملي أو الحجر الجيري .

#### ● بئر ضخ Pumping Well

بئر يستخرج النفط منها بمضخات خاصة برفع الضغط فيها مما يساعد على دفع النفط إلى سطح الأرض .

#### ● الإصلاح الكيميائي Reforming

معالجة الأجزاء البترولية الخفيفة للحصول على الجازولين .

#### ● طاقة المحكن Reservoir Energy

الطاقة الحبيسة في محكن نفط أو غاز ، تعمل على إندفاع النفط والغاز والماء من البئر .

#### ● ضغط نفط المحكن

#### Reservoir Oil Pressure

ضما النفط داخل المحكن ، وقد يكون كافيا لدفع النفط إلى السطح .

#### ● صخر المحكن Reservoir Rock

صخر مسامي ومنفذ يحتوى في مساهمه على نفط و / أو غاز قابل للإنتاج .

#### ● ضغط صخر المحكن

#### Rock Reservoir Pressure

الضغط الأصلي بالمحكن مقيسا بقور ثقب أول بئر إستكشافية لصخوره وقبل تسرب أى من محتوياته إلى أعلى أو إندفاعه .

#### ● تأثير سيزمي كهربائي

#### Seismic Electric effect

التغير الدوري في التيار الكهربائي بين قطبين مغروزين في الأرض نتيجة لمرور موجة سيزمية بينهما .

#### ● إنعكاس سيزمي Seismic Reflection

ظاهرة إرتداد الموجات السيزمية على سطح الطبقات التي تصطدم بها إذا سقطت عليها بزاوية أكبر من الزاوية الحرجة .

### ● أقصى معدل كفاية

#### Maximum Efficient Rate of Production

أعلى معدل لإنتاج النفط يمكن الوصول إليه من بئر معينة بعد رفع كفايتها الإنتاجية .

### ● سيزموجراف ميكانيكي

#### Mechanical Seismograph

مكشاف سيزمي يتم فيه تكبير الحركة الزلزالية للأرض بطريقة ميكانيكية .

### ● نفط خام نفتيني القاعدة

#### Naphthene Base Crude

بترول يحتوي على مواد هيدروكربونية معظمها من سلسلة البارافينات الحلقية .

### ● تدفق النفط Oil Pushing

إندفاع النفط من محكنه إلى رأس البئر على السطح بتأثير ضغط المحكن الطبيعي فقط .

### ● المحكن النفطي Oil Reservoir

تكوين في باطن الأرض مسامي منفذ يحتوى على تراكم طبيعي مستقل ومنفصل من النفط أو الغاز .

### ● نفط خام بارافيني القاعدة

#### Paraffin Base Crude

بترول يحتوي على مواد هيدروكربونية معظمها من السلسلة البارافينية .

### ● هجرة موازية Parallel Migration

حركة النفط أو الغاز الموازية لإتجاه الطبقات في المناطق الصخرية المنفذة .

### ● سجل الإختراق Penetration Log

سجل لمعدل سرعة حفر البئر ، يفيد في التعرف على أنواع الصخور المحقورة .

### ● إستدقاق الطبقات Pinching of Strata

تضاؤل سمك الطبقة الصخرية في إتجاه معين حتى تختفي ، وتتلاقى الطبقات التي تعلوها بالتي أسفلها .

### ● إحتياطي الممكن Possible Reserves

الإحتياطي الموجود في المناطق التي لم يتأكد عطاؤها النفطي بإختبارات الإنتاج مع ترجيح وجود النفط وإمكانية إستخراجه .

### ● ممكن طي تحديبي

#### Anticlinal Reservoir

صخور على هيئة قبة ، مغطاة غير منفذه يتجمع فيها ما قد يوجد بها من الغاز والنفط والماء .

### ● البئر Bore Hole

ثقب أو بئر تحفر بالوسائل الميكانيكية وهدفها بالدرجة الأولى معرفة الأحوال الجيولوجية و / أو إستخراج الترسبات النفطية .

### ● دفع مشترك للنفط

#### Combination Drive of Oil

تضاصر قوتين أو أكثر على دفع النفط من محكنه إلى السطح ومثال ذلك إشتراك قوة الدفع بالماء مع قوة الدفع بضغط الغاز .

### ● التكسير Cracking

زيادة نسبة العناصر الخفيفة والأكثر تطايرا في النفط بتكسير الجزيئات الهيدروكربونية الأكبر إلى جزيئات أصغر .

### ● النفط الخام Crude Oil

النفط المتواجد طبيعياً ويتكون أساساً من عدة أنواع من المواد الهيدروكربونية ويمكن للنفط الخام أن يكون ذا قاعدة بارافينية أو أسفلتية أو مزيجاً منهما .

### ● التقطير Distillation

فصل مكونات المزيج الهيدروكربوني إلى عدة أجزاء عن طريق التبخير فالتكثيف ويتم التسخين في أفران أنبوبية ويتم التجزئة في برج التقطير الجزي .

### ● ضغط التدفق Flowing Pressure

الضغط المقيس أثناء تدفق البئر بالنفط أو الماء .

### ● وقود النفاثات Jet Fuel

مقطرات بترولية تستعمل كمصدر للطاقة في الانظمة ذات الدفع النفاث ، كالوقود المستعمل في الطائرات .

### ● حواجز شاطئية Longshore Bars

تجمعات رملية طويلة تمتد موازية للشاطئ ، ولا يغمرها الماء إلا في أوقات المد العالي .



## عالم في سطور الأهوازي

✱ استخدام السنارة لإستئصال اللوزتين .  
✱ تحدث عن السرطان في رحم المرأة .  
✱ تحدث عن سبب العقم عند المرأة .  
✱ مؤلفاته

كتاب « كامل الصناعة الطبية » وهو بمثابة موسوعة علمية في الطب النظري والسريري ويحتوي على عشرين مقالة كل منها مقسمة إلى عدد من الأبواب وتتناول المقالات العشر الأولى النواحي النظرية ، أما المقالات العشر الأخرى فتتناول صناعة الطب وقد خص منها مقالة في صميم العمل باليد وتشمل ( ١١٠ ) فصول في الجراحة ، وأفرد فيه جزء كبير لعلم العقاقير وأهميته ، وبه أيضاً نصائح كثيرة للطبيب أهمها : -

✱ الطهارة ، التدخين ، رقة اللسان .  
✱ عدم إفشاء أسرار المرضى .  
✱ الحث على ملازمة المستشفيات حتى يسهل الإتصال به عند الضرورة .  
✱ محاولة كسب ثقة المريض .

ويعد هذا الكتاب موسوعة طبية كاملة يرجع إليها الأطباء لمعالجة كثير من الأمراض وفهم أسبابها وأعراضها وتشخيصها ووصف الدواء المناسب لها .

● المصدر :

إعلام علماء العرب والمسلمين في الطب .  
الدكتور : علي عبد الله الدفيع - ١٤٠٨هـ -  
١٩٨٧م .

● الإسم : أبو الحسن علي بن عباس  
● اللقب : الأهوازي (نسبه إلى أهواز)  
● تاريخ الوفاة : ٣٨٤ هـ - ٩٩٤ م  
● مكان الميلاد : مدينة أهواز (إيران)  
● إنجازاته العلمية

✱ علاج قطع الشريان والورم المسمى ( أنورسما ) .

✱ علاج جرح الشريان العضدي .

✱ دراسة موضوع الصرع ( أفلبسيا ) .

✱ دراسة مشكلة مرضى العيون بالجزيرة العربية .

✱ ذكر كيفية علاج كسر الفك الأسفل من الناحيتين اليمنى واليسرى .

✱ معرفة أهمية الدورة الدموية في الأوعية الشعرية .

✱ أول من ذكر وجود شبكة شعرية بين العروق النابضة وغير النابضة ، أي بين الشرايين والأوردة .

✱ أول من نبّه إلى صعوبة شفاء السل الرئوي بسبب حركة الرئة فهزاتها المستمرة تعيق إلتحام القروح بها .

✱ له نظريات متطورة في علم حركة رحم المرأة وكيفية تكوين الجنين داخل الرحم ، وأن الرحم هو الذي يدفع الجنين إلى الخارج .

✱ إجراء عمليات جراحية مثل إستخراج الحصى واللوزتين بعد أن كانت تعالج بالعقاقير .

● إنكسار سيزمي Seismic Refraction

ظاهرة إنكسار الموجات السيزمية على الأسطح الفاصلة بين طبقات الصخور المختلفة .

● تفجير Shoting

إشعال شحنة ناسفة لتنفجر في بئر نقط لتكسير تكوين جيولوجي صلب متماسك ، فيسمح ذلك بمرور النفط أو يزيد من سرعة إندفاعه .

● ثقب ضيق Slim Hole

بئر ضيقة القطر تحفر للدراسات الجيولوجية مثل الإستراتيجية

● خام حامض ( لاذع ) Sour Crude

نفط طبيعي يحتوي على نسبة عالية من الكبريت .

● سجل طبقي كيميائي

Spectro Chemical Log

سجل لتحاليل الكيف والكم التي تجري بالطرق الطبقية الكيميائية لبيان العناصر ذات الأهمية في عينات طبقات البئر المتتابة .

● بئر معايرة Stilling Well

بئر نفط يحسب من إنتاجها معدل التناقص في احتياطي النفط في حقل نفطي معين .

● خام حلو Sweet Crude

نفط طبيعي تكاد تنعدم فيه مركبات الكبريت أو يحتوي على نسبة منخفضة منها .

● غاز طبيعي حلو Sweet natural Gas

غاز طبيعي يكاد ينعدم فيه كبريتيد الهيدروجين أو يحتوي على نسبة نادرة منه .

● مسح حراري Temperature Survey

طريقة للتقيب الجيوفيزيائي بقياس درجات الحرارة في اتجاهات معينة على سطح الأرض ، يستدل منها على طبيعة الصخر أو البنية الجيولوجية أو كليهما .

● نظام خط الأنابيب المزدوج

Two-Pipeline System

أحد نظم تجميع النفط ، وفيه يفصل الغاز عن النفط بمجرد خروجهما من الحقل ، فيندفع كل منهما في خط أنابيب خاص به إلى محطات مركزية حيث يعامل كل منهما على حده .

● المصدر : البنك الآلي السعودي للمصطلحات

(باسم) مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية .

القارورة التي بها الهواء دون تغيير  
على الرغم من أن كلتا القارورتين في  
درجة حرارة واحدة .

### ● التفسير

إن جزيئات الماء في حركة دائمة  
حيث أنها تتصاعد إلى الجو في ظاهرة  
تسمى التبخر . وفي هذه التجربة فإن  
وجود الغطاء المطاطي لم يجعل هذه  
الجزيئات حرة الحركة مما سبب في  
ضغط الغطاء وانتفاخه الذي ظهر في  
فوهة القارورة المليئة بالماء ، أما  
القارورة المليئة بالهواء لم يحدث بها  
تغيير لعدم وجود مادة قابلة للتبخر .

### المرجع :

Bob Brown 666 Tricks 8 Experiments  
Tals Book No. 881. P. 168.

# من أجل فلذات أكبادنا



## التبخر

### أبنائنا وبناتنا الأعزاء

عملية التبخر هي عملية  
فيزيائية تتحول فيها المادة من  
حالة إلى أخرى ، وفي هذه الحالة  
يتحول الماء من الحالة السائلة  
إلى غاز (بخار ماء) ، ولكي  
نبرهن ذلك عملياً يمكن إجراء  
التجربة التالية :-

### ● أدوات التجربة

- تحتاج التجربة إلى الأدوات  
البسيطة وذلك على النحو التالي :-
- ١- قارورتان (برطمانان) زجاجيتان.
  - ٢ - كمية من الماء .
  - ٣ - بالونان مطاطيان .
  - ٤ - عدد من الخيوط المطاطية (المغاط) .

### ● خطوات التجربة

- ١ - أسكب الماء في إحدى القارورتين  
حتى تمتليء ، واترك الأخرى فارغة ،  
وضعهما في الغرفة لفترة وجيزة (٣٠  
دقيقة) .
- ٢ - غط كلا من القارورتين بقطعة







# كتب طكارت حديثاً

## دليل مصطلحات الوحدات الصخرية لحقب الحياة القديمة وأسفل حقب الحياة المتوسطة في المملكة العربية السعودية

صدرت الطبعة الأولى من هذا الكتاب باللغة الإنجليزية عام ١٩٩٢م عن مطابع الفرزدق التجارية بالرياض ، وهو من تأليف الدكتور / عبد العزيز ابن عبد الله اللعبون ، ويبلغ عدد صفحاته ٥٠٨ صفحة من الحجم المتوسط ، والكتاب عبارة عن جزء من ثلاثة أجزاء حيث سيظهر الجزءين الآخرين تبعاً ، وقد أوضح المؤلف في هذا الكتاب أن صخور حقب الحياة القديمة وأسفل حقب الحياة المتوسطة مؤهلة لتكوين النفط وخزنه وحجسه ، وبالتالي أصبحت هدفاً مهماً لعمليات الاستكشاف بحثاً عن المياه الجوفية والنفط والمكثفات والغاز الطبيعي .

يضم هذا الكتاب أكثر من ٢٧٢ مصطلح أو تعريف لوحدة صخرية رُتبت فيها المعلومات الأساس لكل وحدة صخرية بذكر اسمها ، وعمرها ، وسنة الدراسة أو نشرها ، واسم الباحث أو الجهة التي قامت بالبحث ، إضافة إلى ما تحتويه من أخافير مرشدة ومقطعها المثالي ومقطعها المرجع وسماكتها وتماسها ( العلوي والسفلي ) وملاحظات المؤلف عن كل وحدة ، وذكر المراجع التي وزدت في كل وحدة .

يضم الكتاب ٧٧ شكلاً و ١٠٨ مرجعاً و ٤١ تقريراً جيولوجياً لم يتم نشرها بعد .

الحجم المتوسط ومتناولا الموضوعات التالية : تمهيد ، مفهوم الطاقة وأنواعها ، مصادر الطاقة ، المشكلات الناجمة عن الطاقة ، اختبار معلوماتك حول الطاقة ، قس اتجاهك نحو الطاقة ، قائمة المراجع .

## أزمة البحث العلمي في العالم العربي

صدرت الطبعة الثالثة من هذا الكتاب عام ١٤١٣هـ - ١٩٩٢م . وهو من تأليف الدكتور / عبد الفتاح خضر وإصدار مكتب صلاح الجيلان للمحاماة والاستشارات القانونية - الرياض .

جاء الكتاب في ١٤٤ صفحة من الحجم المتوسط ومحتوي على تقديم ومبحث تمهيدي لبعض مفاهيم البحث إضافة إلى فصلين وخاتمة وملحق عبارة عن نظام حقوق المؤلف بالمملكة العربية السعودية عام ١٤١٠هـ .

يستعرض الفصل الأول من الكتاب مشكلة البحث العلمي من حيث جوهرها وأبعادها وأسباب مشكلة الإنتاج الفكري الهابط وأثره .

أما الفصل الثاني فيتناول مقترحات علاجية للإنتاج الفكري الهابط حيث يقترح ضرورة الاهتمام بالتكوين العلمي والثقافي للباحثين ووضع معايير لتقويم البحث ، وتنمية القدرات الإبداعية والاهتمام المبكر بها ، وتدعيم حماية الإنتاج الفكري .

## الطاقة الجديدة والمتجددة

قام بتأليف هذا الكتاب د. سنية محمد عبد الرحمن الشافعي ، وهو صادر عام ١٤١٣هـ - ١٩٩٢م عن مكتب التربية العربي لدول الخليج - الرياض .

جاء الكتاب في ١١٢ صفحة من



## جيولوجية البترول وطرق استكشافه

د . محمد الدايل



يقع الكتاب في إثنين وتسعين ومائة صفحة من الحجم المتوسط وقد قام بتأليفه المهندس / محمد عبد القادر الفقي في عام ١٩٨٩ م ، وقامت بإصداره شركة ماس للإستشارات والخدمات بالكويت . هذا الكتاب مقسم إلى خمسة أقسام تشغل ١٨٠ صفحة من الكتاب بينما تحتل المراجع العربية والأجنبية وقائمة المحتويات الجزء المتبقي .

بدأ المؤلف هذا الكتاب بمقدمة تحدث فيها بصورة موجزة عن أهمية النفط والدور الكبير الذي يلعبه إضافة إلى ما أسهم به التقدم التقني في تطوير عمليات إستكشاف النفط ، كما تحدث بصورة موجزة عن الغاية من هذا الكتاب والحاجة الماسة له لسد النقص الكبير الذي تعاني منه المكتبة العربية في هذا المجال .

خصص المؤلف **القسم الأول** من هذا الكتاب للحديث عن جيولوجيا النفط وذلك لما لعلم الجيولوجيا من أهمية كبيرة في مجال الدراسات النفطية والبحث والتنقيب ، حيث بدأ المؤلف هذا القسم بالحديث عن ماهية الجيولوجيا إضافة إلى تعريف بفروع الجيولوجيا ذات الصلة بالتنقيب عن النفط شملت جيولوجيا البترول ، الجيوفيزياء ، الجيوكيمياء ، الصخور ، الطبقات ، إضافة إلى علم الحفريات . كما تحدث المؤلف عن التركيب الجيولوجي والتاريخ الجيولوجي للأرض إضافة إلى إستعراض بعض النظريات الشهيرة لتفسير الكيفية التي تكوّن بها النفط في الطبقات الصخرية

الموجودة تحت سطح الأرض ، حيث ذكر أن النظرية العضوية هي أكثر النظريات قبولا لدى العلماء ، وتتلخص النظرية العضوية في أن أصل النفط عبارة عن نباتات وكائنات دقيقة دفنت بعد موتها تحت الماء خلال العصور الجيولوجية التي غمر الماء فيها سطح الأرض وغطى مناطق كبيرة منها ، ومع مرور آلاف السنين تراكمت الطبقات ونتيجة للثقل المتزايد لهذه الطبقات والضغط الناتج والحرارة تحللت المواد الهيدروكربونية بمرور الوقت لينتج عنها النفط والغاز ، كذلك تحدث المؤلف في هذا القسم عن أماكن تواجد النفط حيث ذكر أن البحث غالباً ما ينحصر في المناطق التي تتواجد فيها تراكمت طبقة من الصخور الرسوبية ، وذلك لكون هذه الصخور المكان الذي دفنت فيه المواد الحيوانية والنباتية ، كما تحدث المؤلف عن الإعتبارات التي عادة ما يأخذها الجيولوجيون لإختيار أماكن التنقيب .

أفرد المؤلف **القسم الثاني** للحديث عن المكامن البترولية حيث أشار إلى الخطأ الشائع لدى الكثير من الناس إلى

أن النفط موجود تحت سطح الأرض على شكل بحيرات جوفية موجودة داخل تجاويف أو مغارات تقع بين طبقات الأرض المختلفة بينما الصحيح أن النفط والغاز الطبيعي يتراكم كل منها في مسام الصخور ، كما تحدث عن المعلومات التي يجب أن تتوافر عند الحاجة في تقييم أي ممكن بترولي على إنتاج النفط أو الغاز ، ومن هذه المعلومات معرفة قدرة السوائل والغازات على التدفق والسريان خلال صخور الطبقات الجوفية والتي تحدد بعاملين مهمين هما المسامية (Porosity) والنفاذية (Permeability) ، وتناول بالتفصيل كل من هذين العاملين .

إستعرض المؤلف في **القسم الثالث** من الكتاب المصائد النفطية من ناحية طرق تكونها وأنواعها ، حيث يتواجد النفط في المناطق التي تتميز بعدم الإنتظام في الطبقات الصخرية المختلفة الموجودة تحت سطح الأرض كوجود الطيات والصدوع والقباب . كما أن هذه المصائد عادة ما تكون محاطة بتكوينات وطبقات من



بعد ذلك تحدث المؤلف عن معرفة العرب بالنفط قديماً حيث عرف العرب النفط من خلال تسربه إلى سطح الأرض في المنطقة الشرقية من الجزيرة العربية وفي بلاد العراق ، وقد حفلت كتب التراث العربي بإشارات كثيرة إلى النفط وأنه مادة مشتعلة ، كما أن تقطير النفط عند العرب قد وصل إلى درجة كبيرة من التطور على يد علماء الكيمياء أمثال جابر بن حيان وابن سينا والرازي ، حيث نقلوا هذه المعرفة إلى الغرب إبان حكمهم لأسبانيا .

تضمن الجزء الأخير من هذا الكتاب سرداً للمراجع العربية والأجنبية وحديثاً في سطور عن المؤلف إضافة إلى بيان بمحتويات الكتاب .

من خلال إستعراض هذا الكتاب يتضح الجهد الطيب الذي بذله المؤلف في إعداد محتوياته ومحاولة تغطية جميع جوانب الموضوع بطريقة منهجية مترابطة وأسلوب مبسط ، كما قام المؤلف بتدعيم مادة الكتاب بكم لا بأس به من الصور والأشكال التوضيحية والتي تساعد في إستيعاب المواضيع العلمية الموجودة.

الجدير بالذكر أن الملاحظة الوحيدة على هذا الكتاب هي أنه على الرغم من أن المنطقة العربية — وخاصة منطقة الخليج العربي — هي أغنى مناطق العالم بالنفط إلا أن المؤلف لم يعط أمثلة تطبيقية وتفصيلية من هذه المناطق . وأخيراً يمكن القول بأن هذا الكتاب مفيد بالدرجة الأولى لدارسي علم الجيولوجيا وهندسة النفط في الجامعات ، وكذلك لمن لديهم الرغبة والإهتمام بمادة النفط وطرق إستكشافه .

الجيولوجية وفيها يقوم الجيولوجي بعملية مسح للمنطقة ( حقل أو جوي بواسطة الطائرات ، أو بحري بواسطة المراكب الخاصة ) ، كذلك تحدث المؤلف عن الطرق الجيوفيزيائية والتي تشمل الطرق المغناطيسية ، الجاذبية ، السيزمية إضافة إلى الطرق الكهربائية .

وتحدث المؤلف كذلك عن الطرق الجيوكيميائية والهيدروجيولوجية إضافة إلى حفر الآبار الإستكشافية . ذكر المؤلف أن إزدياد الأسعار في الفترة من بداية السبعينات إلى أوائل الثمانينات الميلادية أدى إلى زيادة عمليات الإستكشاف بشكل كبير وذلك لزيادة المردود الإقتصادي لهذه المادة الحيوية .

أعطى المؤلف في القسم الخامس من الكتاب لمحة تاريخية عن البحث عن النفط ، حيث ذكر أن معرفة الإنسان بالنفط تعود إلى ما قبل بداية تدوين التاريخ ، ثم تحدث عن علاقة الحضارات المختلفة على مر العصور بالنفط ، حيث بدأ بالفراعنة وذكر أنهم عرفوا النفط حيث إستخدموه في أغراض عديدة منها التحنيط ، كما دلت الحفريات الأثرية التي أجريت في منطقة حوض الرافدين على وجود صناعة يدوية عند البابليين لإستخراج البترول بطرق بدائية كما أنهم إستخدموه كدواء لعلاج بعض الأمراض .

أما الصينيون فقد إشتهروا بالبراعة في حفر الآبار حيث وصل عمق الآبار ٣٥٠٠ قدم وذلك قبل ميلاد المسيح بعدة قرون أما الإغريق فقد إستخدموا القار في طلاء السفن وكوقود إضافة إلى صناعة الأقمشة التي لا تنفذ الماء .

الصخور الصلابة كالملاح الصخري والطين الصفحي والأنهيدريت والتي تعمل كحاجز للنفط دون خروجه من جوانب هذه المصيدة أو تعرضه للأكسدة . كما تحدث المؤلف عن أنواع المصائد النفطية والتي شملت المصائد التركيبية التي تتكون بسبب حركة الصخور مما ينتج عنها حدوث طيات أو صدوع في الطبقات الصخرية ، أما النوع الثاني وهو المصائد الطبقيّة فإنها تتكون بسبب إختلاف النفاذية بين الطبقات الصخرية المختلفة ، ويتواجد هذا النوع من المصائد عند تواجد نوعان من الصخور أحدهما ذو نفاذية عالية بحيث يمكن لقطرات النفط وجزيئات الغاز أن تتجمع وتتراكم والآخر صلباً وغير مسامي ويقع حول حواف النوع الأول حيث يعمل كحاجز . والنوع الثالث هي المصائد المختلطة حيث يتواجد كلا النوعين السابقين من المصائد ، أي أنها نشأت من إتحاد عوامل جيولوجية تركيبية ( صدوع وطيات ) وعوامل جيولوجية طبيعية .

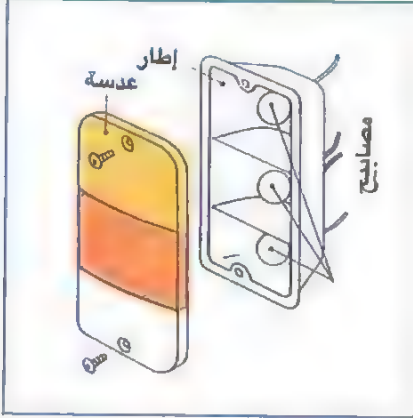
تحدث المؤلف في القسم الرابع عن إستكشاف وطرق البحث عن النفط . حيث ذكر أن البحث عن هذه المادة الإقتصادية ليس بالأمر السهل وإنما يتطلب الكثير من الجهد والمال إلى جانب جزء من الحظ ، فوجود التراكيب الجيولوجية مثلاً لا يعني بالضرورة تواجد النفط . كما أن البحث عن النفط الآن أصبح يعتمد على أشخاص متخصصين في عدة فروع من العلوم المختلفة في البحث والتنقيب إضافة إلى تواجد تقنية متقدمة ، كما تحدث المؤلف في هذا القسم عن الطرق المستخدمة لإستكشاف أماكن تواجد النفط حيث تبدأ بالطرق الإستكشافية

# كهرباء السيارة

## (ج) دائرة الإضاءة



إعداد : د . حامد بن محمود صفراطة



● شكل (٣) الأضواء الخلفية .

محدودة ولكنه يمنع الأذى عن أعين السائقين القادمين من الاتجاه العاكس والمواجهين للضوء مباشرة .

يتم التغيير من الضوء العالي إلى المنخفض كما يتضح من الشكل (٢) من تغير وضع فتيلة الإضاءة ، فعند استخدام الإضاءة العالية يتم توصيل الكهرباء للفتيلة الموجودة في مركز العاكس وبذلك تنطلق أشعة الضوء متوازية وموجهة إلى الأمام في اتجاه سير السيارة ، بينما في الضوء المنخفض يتم توصيل الكهرباء للفتيلة الموجودة بعيداً عن مركز العاكس وبالتالي تنحرف الأشعة إلى أسفل .

### ● مصابيح الإضاءة الخلفية

تتكون مصابيح الإضاءة الخلفية من مصابيح صغيرة توضع في حيز غطاء أحمر اللون له عاكس إذا سلط عليه الضوء من السيارات التي تسير من خلفه إنعكس اللون الأحمر منبهاً السائقين بأن هناك سيارة تسير أمامهم كما هو موضح في الشكل (٣) .

وقد تم تزويد هذه المصابيح الصغيرة بفتيلتين للإضاءة ، الأولى قدرتها ١٨ وات تضيء مع استخدام الإضاءة في السيارة والأخرى قدرتها ٥٠ وات تضيء عند استخدام المكابح ، ويوضح الشكل (٤) أنواع المصابيح ذات الفتيلة الواحدة وذات

مصدر الضوء والعاكس والعدسة . ويمتاز هذا النوع بتمنه المنخفض ولكنه لا يمنع إلا قدرأ يسيراً من الضوء يبلغ حوالى ٨٠,٠٠٠ شمعة فقط ، كما أن لون ضوءه يميل إلى الإصفرار . أما النوع الثاني فهو مصباح الهالوجين ويمتاز على النوع الأول بضوئه الباهر الأبيض وقدرته التي تتجاوز ١٥٠,٠٠٠ شمعة ولكنه مرتفع الثمن .

هناك نوعان من مصابيح الهالوجين أولها النوع المحكم الإغلاق والآخر الذي يتكون المصباح فيه من الأجزاء المنفصلة التالية وهي : مصباح صغير ، مصدر الضوء ، وعاكس وعدسة جميعها تتركب لتشكّل مصباح السيارة .

تُركب جميع مصابيح الإضاءة الأمامية للسيارة على إطار يمكن تحريكه لتوجيه الضوء الوجهة المطلوبة لإضاءة الطريق (Light Aiming) .

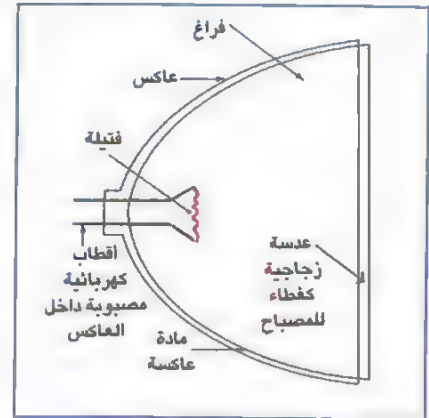
هناك حالتان للضوء الأمامي الأولى تعطي الضوء على مسافات طويلة ( الضوء العالي) ويستخدم في الطرق الخالية من السيارات القادمة من الاتجاه المعاكس ليلاً فتمنح السائق الفرصة لرؤية أوسع مدى ،

والأخرى الضوء المنخفض حيث يوجه الضوء مباشرة على الطريق أمام السيارة فيتيح للسائق رؤية

تعد دائرة الإضاءة في السيارة من الدوائر الكهربائية المهمة وهي صمام أمان لاستخدام السيارة سواءاً أكان ذلك ليلاً أم نهاراً ، وتلتزم لوائح المرور والفحص الدوري في المملكة أن تحتوي كل سيارة على أنواع الإضاءة التالية :-

### ● مصابيح الإضاءة الأمامية

هناك عدة أنواع من مصابيح الإضاءة الأمامية أولها نوع محكم الإغلاق ( Seald - Beam ) ويتكون من فتيلة ( Filament ) وعاكس وغطاء زجاجي وبذلك يكون المصباح كوحدة واحدة تشتمل على

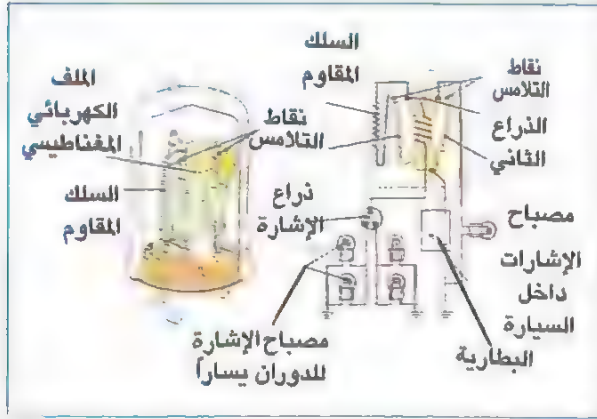


● شكل (١) مصباح محكم الغلق .



● شكل (٢) الضوء العالي والضوء المنخفض .





● شكل (٥) مقطع التيار لمصابيح إشارة الدوران .

مصباحان أبيضان لإعلام الآخرين أن السيارة تسير للخلف وفي الوقت نفسه تمنح السائق إضاءة جيدة للخلف الذي يتحرك نحوه .

### ● إضاءة اللوحات

تتم إضاءة اللوحات بمصباح صغير يوضع فوق أو تحت لوحة الأرقام حتى يمكن قراءتها .

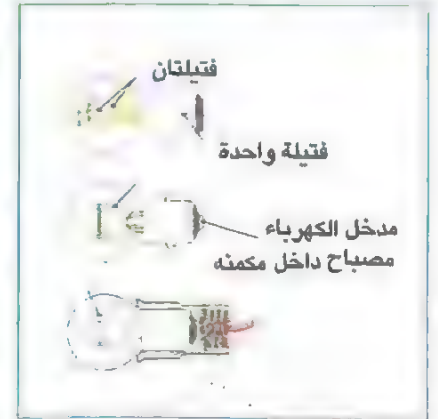
من جزئين ، جزء علوي يتمدد بشدة وآخر سفلي قليل التمدد . ويسبب ذلك فصلاً للإزدواج الحراري يؤدي إلى تمدد الشطر العلوي وبالتالي يفصل التيار الكهربائي ، وبعدها يبرد الإزدواج ليعود إلى شكله العادي فيتصل التيار مرة أخرى وهكذا .

### ● مصابيح الإضاءة الخلفية

عندما تتحرك السيارة إلى الخلف يضاء

تتكون من إزدواج

حراري من معدن يتمدد بشدة وآخر قليل التمدد ، شكل (٦) ، فعندما يصل السائق مفتاح الإضاءة التحذيرية والخطر يمر التيار فسي الإزدواج الحراري وبالتالي تضيء المصابيح ، وكذلك يسخن جهاز الإزدواج المكون



● شكل (٤) أنواع المصابيح .

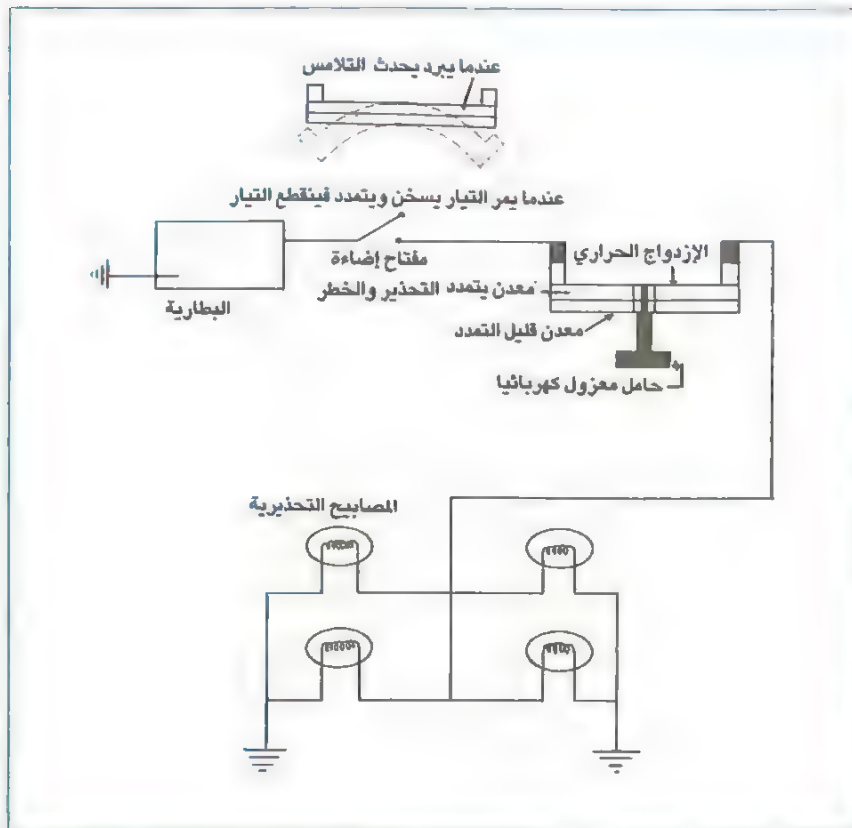
الفتيلتين .

### ● مصابيح إشارات الدوران

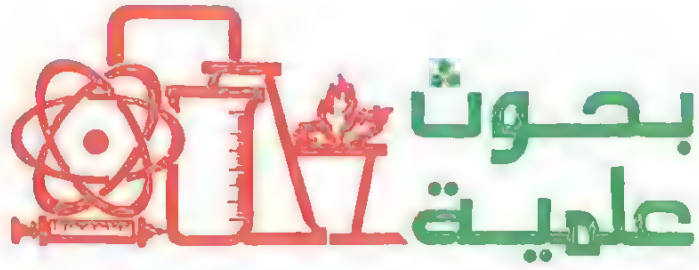
إن مصباح إضاءة إشارة الدوران له لون يرتقالي يضيء وينطفئ بمعدل يتراوح ما بين ٦٠ إلى ١٢٠ مرة في الدقيقة الواحدة ، ويتم ذلك عن طريق وحدة تقطيع متكررة للتيار موجودة في دائرة إشارات الدوران . وبين الشكل (٥) وحدة تقطيع التيار ، إذ عندما يحرك السائق ذراع الإشارات إلى الاتجاه الذي يريده يمر تيار كهربائي عبر سلك مقاوم للتيار فيكون التيار صغيراً لا يكفي لإضاءة مصابيح الإشارة لكنه قادر على تسخين السلك المقاوم ، وعندما يسخن سلك المقاومة فإنه يتمدد ومن ثم يدفع ذراع التوصيل إلى التلامس فيمر تيار كهربائي كبير خلال الذراع فتضيء مصابيح الإشارة حيث يمر نفس هذا التيار الكبير في الملف الكهربائي المغناطيسي فيتولد مجال مغناطيسي قوى يجذب الذراع الثاني ليمت التلامس مع دائرة أخرى ، وينقطع التيار تماماً عن دائرة مصابيح الإشارة فتطفأ ، وفي الوقت نفسه يفقد الملف المغناطيسي مغناطيسيته فيرتد الذراع الثاني بعيداً عن التلامس فينفصل التيار عنه أيضاً ، وبهذا تتم الدورة لتبدأ من جديد .

### ● إضاءة التحذير والخطر

وهو عبارة عن وحدة تقطيع بسيطة



● شكل (٦) مقطع التيار للمصابيح التحذيرية .



## الإستخلاص المحسن للنفط السعودي بالغمر بمحاليل المواد المنشطة سطحياً (Surfactants) ومحاليل البوليمر

قامت مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية بدعم مشروع بحثي بعنوان « دراسة معملية ورياضية للإستخلاص المحسن للنفط للحقول السعودية بواسطة الغمر بمحاليل المواد المنشطة سطحياً ومحاليل البوليمر » وقد تم إجراء البحث بقسم النفط - جامعة الملك سعود في الفترة من ١٤٠١ هـ إلى ١٤٠٤ هـ، وكان الباحث الرئيسي الدكتور أحمد الحاج محمد توتوجي، ويهدف المشروع إلى تطوير طرق محسنة لإستخلاص الزيت المتبقي من الحقول البترولية السعودية، حيث أن أي طريقة ينجم عنها إستخلاص نسبة أكثر من النفط المتبقي ستكون لها أهمية كبرى.

شملت أهداف الدراسة إختبار طريقة الضخ بمحاليل المواد المنشطة سطحياً ومحاليل البوليمر في ظروف المكامن السعودية التي تتميز بوجود نسبة عالية من الأملاح ( تصل إلى ٢٠٪ ) في المياه المصاحبة للنفط، وذلك عن طريق إجراء دراسات معملية على محاليل المواد المنشطة سطحياً ومحاليل البوليمر وإزاحة الزيت بواسطة هذه المحاليل في العينات الصخرية، وقد تم استخدام بعض أنواع المحاليل المنشطة سطحياً المنتجة تجارياً وتمت دراسة الموضوعات التالية :-

١ - دراسة التصرف الطوري لثلاثة أنواع من المواد المنشطة سطحياً مع خام حقل السفانية وفي الظروف المكنية من اللوحة ودرجة الحرارة.

٢ - إجراء تجارب الغمر لعينات مشابهة لصخور المكمن وذلك بمحاليل المواد المنشطة سطحياً والبوليمر بغرض دراسة تأثير خواص الصخور والسوائل على كفاءة الإزاحة.

٣ - دراسة تأثير التميع والإدمصاص على سطح الوسط المسامي في عملية الإزاحة. أوضحت نتائج البحث في ظروف المكامن السعودية أن الإذابة تعتمد على درجة تركيز الملح، درجة الحرارة ونسبة وجود أيونات الكالسيوم في الماء، وأن السيرفاكتنت ( س - ٤٢٠ ) هو الأفضل من حيث درجة الإذابة في ظروف مكامن المملكة.

وقد وجد أن البوليمر يحسن درجة الإذابة عند نسب الملح المنخفض. كما أن التوتر السطحي يقل بزيادة تركيز الملح

وارتفاع درجة الحرارة.

وقد أوضحت نتائج تجارب الإزاحة باستخدام الأوساط المسامية المتماثلة وغير المتماثلة أن نسبة إستخلاص النفط المتبقي تقل بارتفاع درجة الحرارة، وأن لها علاقة بنسبة تركيز الملح حيث أنها تقل بزيادة تركيزه حتى ١٠٪، ثم تزداد بعد ذلك وتثبت عند ٢٠٪، أما الإدمصاص فيزداد بزيادة تركيز الملح إلى ١٠٪ ثم يقل بعد ذلك. ومن المتوقع بناء على نتائج تلك الدراسة إمكان إستخلاص حوالي ٣٠٪ من النفط المتبقي في ظروف اللوحة والحرارة في المكامن السعودية بإستخدام ١٠٪ من حجم الفراغات من محلول السيرفاكتنت، ويمكن تحديد النسبة الفعلية للإستخلاص بإجراء تجارب حقلية على أحد المكامن.

كذلك تم تطوير وإختبار نموذج رياضي لعملية إستخلاص الزيت بالغمر الكيميائي تتضمن ضخ محاليل كيميائية لتقليل التوتر السطحي بين الزيت والمواد المذيبة، يعقبها ضخ محلول بوليمر لتحسين كفاءة الإزاحة بواسطة التحكم الحركي.

وقد إستُخدِمَ النموذج المطور للتعرف على تأثير بعض العوامل المؤثرة على عملية الغمر للمحاليل المنشطة سطحياً مثل تركيزها وتركيب وحجم المحلول الذي تم ضخه، وأوضحت النتائج لهذه الدراسة أن محلولاً من هذه المواد والماء المالح يعد أكثر كفاءة لإستخلاص الزيت من محلول من المواد المنشطة سطحياً والزيت.

وقد أوضح البحث أن كتلة كبيرة من هذه المحاليل بتركيز منخفض تعد أكثر كفاءة في إستخلاص النفط من كتلة صغيرة ذات تركيز مرتفع.



حوالي ٤٠٪ من السيارات العاملة - وعددها الكلي ٢ مليون سيارة - بالتوقف بسبب الزيادة الحادة في كمية الأوزون المنبعث من السيارات والمصانع حيث بلغ ٤٦٠ جزء من بليون - أربع أضعاف الحد المسموح به - في الجزء الجنوبي من المدينة .

مما يجدر ذكره أن مدينة المكسيك هي الأكثر معاناة من مشاكل تلوث الهواء مقارنة بغيرها من مدن غرب الكرة الأرضية بسبب وقوعها في حوض تحيطه جبال بركانية ولذلك فإن ارتفاع الضغط الجوي يجعل الغازات المنبعثة من السيارات والمصانع تتراكم مسببة زيادة ملحوظة في غاز الأوزون .

ومما يزيد الأمر سوءاً أن استخدام السيارات للوقود المضاف إليه الرصاص ينجم عنه زيادة ملحوظة في كمية الرصاص فوق سماء المدينة مسبباً مشكلة بيئية أخرى .

ويذكر جيرالد ستريت (Gerald Streit) من المختبر الوطني المكسيكي أن التلوث الهوائي في مدينة المكسيك عام ١٩٩٠م يعادل التلوث الذي وصلت إليه مدينة لوس انجلوس في الولايات المتحدة الأمريكية قبل عشرين عاماً عندما كان في ذروته آنذاك ثم انخفض بفضل القوانين الصارمة للسيارات ليصبح معدل انبعاث الأوزون عام ١٩٩٠م حوالي ٥٠٪ مما كان عليه في ذلك الحين . ويدرس ستريت الإجراءات الكفيلة لتخفيف الأوزون حتى لا تحدث كارثة بيئية مدمرة للمدينة المكتظة بالسكان .

المراجع :

New Scientist, 28th  
march 1992, P 19.

كذلك أوضحت الدراسة إنه علي الرغم من أن خلو الثدي من اللبن أثناء الرياضة يريح الموضع إلا أن كمية الحامض اللبني المتكونة بعد الرياضة ستكون عالية بعد فترة قليلة . وقد تأخذ كمية حامض اللبن في الانخفاض لفترة لا تقل عن الساعة والنصف . وتقترح الباحثة علي الأمهات الإقلال من الرياضة أثناء فترة الرضاعة .

المراجع :

Science News vol. 142,  
July 1992, P.4.

### مخاطر الأوزون

من فوائد الأوزون ( $O_3$ ) أن وجوده في الطبقات العليا من الجو يحمي الأرض من الأشعة فوق البنفسجية الضارة التي تصدر من الشمس عن طريق إمتصاصها . وتسبب بعض غازات الاحتباس الحراري وعلي الأخص الكلورو فلور كربونات عندما تتصاعد إلي طبقات الجو العليا في تآكل طبقات الأوزون وتكوين ما يسمى بثقب الأوزون الذي بسببه تزداد الأشعة فوق البنفسجية التي تسقط على الأرض وتؤثر على الكائنات الحية فيها .

ولكن في الطبقات الدنيا من الجو فإن وجود غاز الأوزون يعد غير موجود بسبب تأثيره البيئي علي الإنسان والحيوان والنبات .

ينشأ غاز الأوزون في هذه الحالة نتيجة تفاعل كيميائي بين غاز الأكسجين وغاز أكسيد النيتروجين المنبعث بصفة أساس من عوادم السيارات .

وقد قامت السلطات في مدينة المكسيك في مارس عام ١٩٩٢م بقتل المدارس والمصانع وأمرت

الحلقات الدراسية والمعرض وذلك على العنوان التالي :-

معرض الكيمياء في الصناعة  
ص . ب ١٧٢٣ الظهران ٣١٢١١  
المملكة العربية السعودية

### الرياضة والأمهات الرضع

أظهرت دراسة حديثة أن الأمهات الرضع اللائي يمارسن الرياضة قبل ميعاد الرضاعة يرفض رضيعهن الرضاعة . بسبب حامض اللبن (Lactic Acid) الذي يتكون نتيجة الرياضة ويدخل جزء منه ضمن مكونات لبن الأم، وتذكر الباحثة جانيت ولاس (Janet P.wallace) من جامعة إنديانا في الولايات المتحدة الأمريكية أن حامض اللبن غير ضار لكنه حمضي المذاق بالنسبة للأطفال الرضع ، وتضيف الباحثة أن حاسة الذوق عند الأطفال حديثي الولادة حادة لدرجة أنها تميز التغيير الطفيف في لبن الأم .

قامت الباحثة ومجموعتها بدراسة شملت ٢٦ من المرضعات حيث تم إخضاعهن إلي الرياضة لفترة طويلة وقياس كمية حامض اللبن في عينات من اللبن أخذت قبل الرياضة وبعدها بنصف ساعة . كذلك شملت الدراسة مقارنة لدى قبول الأطفال لرضاعة أمهاتهم في كلتا الحالتين .

وقد أظهرت النتيجة أن الأطفال لايقبلون على رضاعة أمهاتهم بعد التمارين الرياضية .

وأشارت دراسة حديثة أجرتها الباحثة مع آخرين إلي زيادة في حامض اللبن حتى عند المرضعات اللائي يعملن أعمال جسمانية متوسطة أو بسيطة ،

### مؤتمر ومعرض للكيمياء.

تقيم الجمعية الأمريكية للكيمياء ( فرع السعودية ) بالتعاون مع جمعية الكيمياء بالبحرين المؤتمر والمعرض العالمي الثاني للكيمياء في الصناعة وذلك بمركز المعارض في البحرين بالمقامة في الفترة بين ٢٤ إلي ٢٦ أكتوبر عام ١٩٩٤ م .

الجدير بالذكر أن المؤتمر الأول كان ناجحاً إذ حضره أكثر من ٤٠٠ شخصاً وقدمت فيه أكثر من ثمانين ورقة علمية من ثلاث عشرة دولة . كما شمل المعرض منتجات أكثر من ستين شركة قدمت فيه منتجات في مختلف فروع الكيمياء الصناعية ( معدات ، كيميائيات ، تقنيات حديثة باستخدام الحاسب الآلي ) . وستوفر القاعة الجديدة للمعارض بالبحرين مجالاً أوسع لإستقبال مزيد من المشاركين والعارضين والزوار في المعرض المقبل . إضافة إلي ذلك فهناك أنشطة جديدة تشمل حلقات دراسية قصيرة وورشات عمل مهنية في مجال الكيمياء الصناعية .

تشمل المواضيع الرئيسية للأوراق العلمية : - كيمياء تصفية البترول ، تقنية البترول ، الكيمياء البترولية ، الكيمياء البيئية ، الكيمياء العامة . أما المعرض فتشمل معروضاته المجالات الصناعية في المواضيع المذكورة سابقاً إضافة إلي مجال استخدام الحاسب الآلي في الصناعات البترولية . الدعوة موجهة للعلماء والشركات للمشاركة ، هذا ويرجى الإتصال بالجهة المنظمة للمؤتمر لمعرفة عناوين الأوراق العلمية التي يرجى الكتابة فيها وكذلك معرفة تفاصيل كيفية الإشتراك في

المملكة المتوسطة والثانوية بنين  
وبنات .

● الأخ / المهندس عبد العزيز عبد  
العليم الصحفي - رابغ

شكراً لمشاعرك الصادقة تجاه المجلة  
وسوف تصلك الأعداد التي طلبت على  
عنوانك إن شاء الله .

● الأخ / الصيدلي إبراهيم علي حسن  
أبو رمان - الأردن

القائمون على المجلة يشكرون ثناءك  
وحسن إطرارك ، أما بخصوص موضوع  
الأدوية فقد تناولته المجلة في عددين  
سابقين ، نرحب بك في مواضيع أخرى ،  
أما الأعداد التي طلبت فسنحاول  
توفيرها وإرسالها إليك على عنوانك .

● الأخ / صالح سويعد الرفاعي -  
ينبع البحر

شكراً على مشاعرك الطيبة تجاه  
المجلة والعاملين فيها والعدد الذي طلبت  
في طريقه إليك .

● الأخ / سانجي عبدالقادر - الجزائر

أهلاً بك صديقاً للمجلة والمجلة في  
رسالتها تلائم جميع مستويات التعليم  
وللمعلومية فإن الأعداد التي طلبت في  
طريقها إليك .

● الأخ / محمد عبدالنواب البسطوي  
- الأحساء

أهلاً بك صديقاً للمجلة وبناءاً على  
طلبك فقد أدرج اسمك في قائمة  
الإهداءات .

● الأخ / أبو مصعب رحلة خالد /  
المدينة المنورة

شكراً على مدحك وثنائك للمجلة  
والعاملين فيها ويسرنا إدراج اسمك في  
قائمة الإهداءات .

## مع القراء



### أعزاءنا القراء

أهلاً بكم مع هذا العدد الجديد من مجلتكم والذي نأمل أن ينال رضاكم  
وإستحسانكم ، ويضيف شيئاً إلى معارفكم .

وإيماننا منا بأهمية رسائل القراء وحق أصحابها في الإجابة على  
إستفساراتهم ومناقشة مقترحاتهم ، فإنه يسعدنا في هذا العدد أن نرد  
على بعض رسائلكم التي ما برحت تردنا - كل يوم - بغزارة ، إلا أنه سيتم  
الإقتصار على عدد معين من الرسائل وبالقدر الذي تسمح به هذه  
الصفحة ، مؤكداً أن مساحة قلوبنا تتسع للجميع في كل أرجاء الوطن  
العربي ، وأهلاً بكل القراء .

أُرسلت إليك الأعداد التي طلبت .

● الأخ / حماته صالح - الجزائر

أهلاً بك صديقاً للمجلة ، أما  
بخصوص طلبك فإنه لا يدخل ضمن  
إمكانات المجلة .

● الأخ / عبد العزيز حمود علي  
الشمراي - الباحة

نرحب بك صديقاً جديداً للمجلة ،  
أما بخصوص الأعداد التي طلبتها فهي  
في طريقها إليك .

● الأخ / د. محمد السعيد صالح  
الزميني - الأحساء

شكراً لمشاعرك الفياضة تجاه المجلة ،  
كما يسعدنا إستقبال ما ترسله من  
مقالات قيمة .

● الأخ / خالد هادي جابر - جازان

نعتذر عن تحقيق طلبك إذ أن المجلة  
ترسل إلى مدرستك وجميع مدارس

● الأخ / إسماعيل عجيمي - الجزائر

شكراً على ثنائك على المجلة ومحبتك  
لها وسوف نعمل على إيصال المجلة إليك  
في أقرب فرصة .

● الأخ / سواحية حسان - الجزائر

شكراً على ما تطرقت إليه في رسالتك  
للمجلة والعاملين فيها ، وقد تم إرسال  
الأعداد التي طلبتها .

● الأخ / عبد الكريم محمد آل داهش  
- الرياض

شكراً على ثنائك العطر على المجلة  
والعاملين فيها وما تناولته من مواد  
علمية ، أما بخصوص تطرقها  
للموضوع الواحد في جميع أعدادها فهذا  
نهج سارت عليه منذ صدورنا ، وقد  
نال إستحسان معظم القراء .

● الأخ / حواس نوفل - الجزائر

العاملون في المجلة والقائمون عليها  
يشكرون لك ثناءك وإطراءك ، وقد





## اللجنة الوطنية لسلامة المرور

هي إحدى اللجان الوطنية التي تشرف مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية على أعمالها، والذي صدر قرار مجلس الوزراء الموقر رقم ٢١٥ بتاريخ ١٠ / ١٠ / ١٤٠٤ هـ وكذلك القرار رقم ١٧١ بتاريخ ١٦ / ٨ / ١٤٠٥ هـ بالموافقة على تشكيلها وتحديد المهام والأهداف المرسومة لها.

وتضم اللجنة الوطنية لسلامة المرور في عضويتها ممثلين عن ١٥ جهة حكومية ذات علاقة بالسلامة المرورية. وتعنى اللجنة بإجراء الدراسات والبحوث المتعلقة بجميع الجوانب المرورية بالمملكة سواء الهندسية أو الطبية أو التعليمية أو التوعوية المرورية بهدف رفع وتعزيز مستوى السلامة والتوعية المرورية على الطريق.

هذا وتنطلق اللجنة في عملها من ثلاثة محاور رئيسية هي :-

- ١ - إقتراح وإجراء ومتابعة الدراسات البحثية المتعلقة بأهداف اللجنة .
- ٢ - تقديم الإستشارات النظرية والفنية والتطبيقية للجهات الحكومية .
- ٣ - المساهمة في تطوير وتنفيذ برامج السلامة المرورية .





## الندوة الوطنية لسلامة المرور

تعتزم مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية من خلال اللجنة الوطنية لسلامة المرور تنظيم ندوة علمية بعنوان الندوة الوطنية لسلامة المرور وذلك بمدينة الرياض في الفترة من ١٦ — ١٨ / ١٠ / ١٤١٤ هـ الموافق ٢٨ — ٣٠ / ٣ / ١٩٩٤ م.

ويأتي تنظيم هذه الندوة تحت رعاية المدينة لتسليط الضوء على إحدى أهم مشكلات العصر الحديث ولتناقشة العديد من الجوانب المتعلقة بتحقيق السلامة والتوعية المرورية ، أملاً في الوصول إلى توصيات ومقترحات عملية للتخفيف من أخطار وحدة هذه المشكلة ، ولتنعم بلادنا الغالية بالتطور الذي تشهده في قطاع النقل والمواصلات.

وللحصول على مزيد من المعلومات يرجى الإتصال على العنوان التالي :-

**مدينة الملك عبد العزيز للعلوم والتقنية**

الإدارة العامة البرامج المنح

اللجنة الوطنية لسلامة المرور

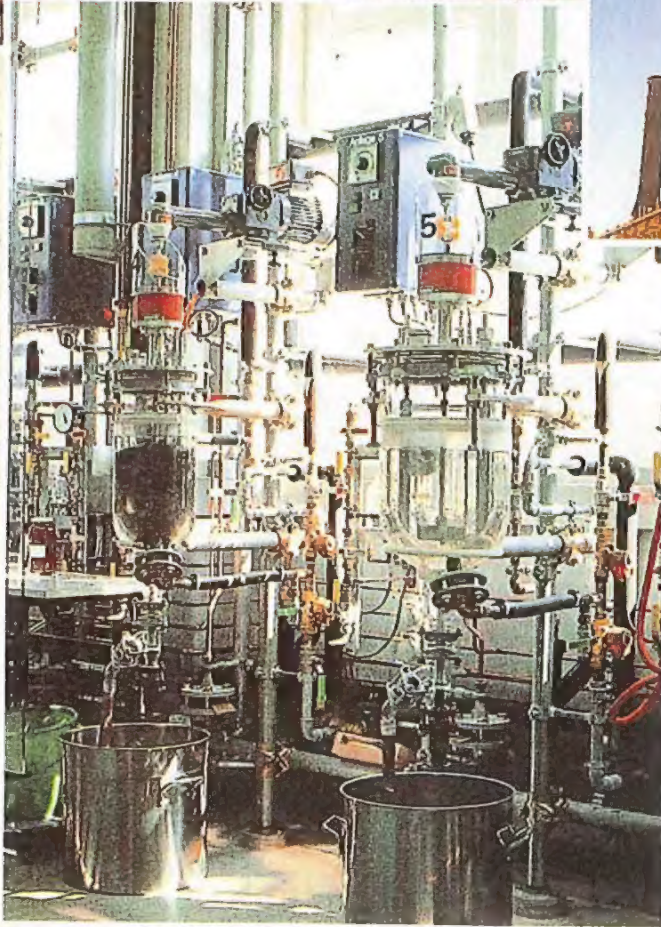
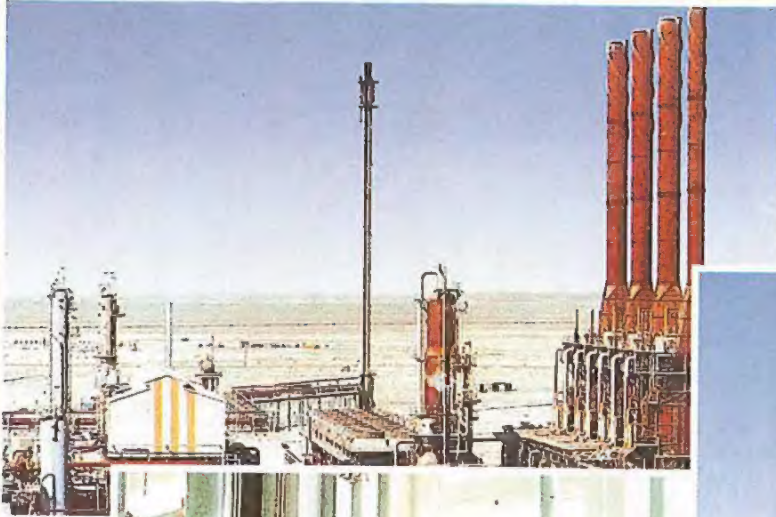
ص.ب ٦٠٨٦ الرياض ١١٤٤٢

تليفون ٤٨١٣٣١٤ — فاكس ٤٨٨٣٩٧٨



في  
العدد المقبل

## الصناعات البتروكيميائية الجزء الأول



وكيل التوزيع: الشركة السعودية للتوزيع  
Saudi Distribution Co.  
ص.ب. ٥٥٢٠٢ الرياض ١١٥٣٤  
هاتف ٤٧٧٩٤٤٤

مطابع الشرق الأوسط  
مستطرون ٤٠٢٦٧٣٣، الرياض





مجلة العلوم والتقنية  
مقال إنتاج النفط ( ص ٣١ )